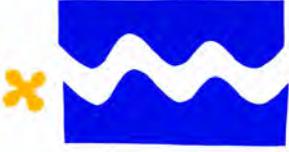


**ATELIER REEB**



**EPURATION  
FONTAINES  
JARDINS D'EAU**

**Marielle Hébert**  
Atelier Reeb Bretagne  
29370 Elliant  
09 77 91 75 68  
[marielle.hebert@atelier-reeb.fr](mailto:marielle.hebert@atelier-reeb.fr)

13, quai des Bateliers  
F 67000 STRASBOURG  
Tél +33 (0) 388 360 754  
+33 (0) 630 630 890  
Fax +33 (0) 388 373 136  
[www.atelier-reeb.fr](http://www.atelier-reeb.fr)

Siret : 494 336 977 000 17  
APE : 8130Z / 7112B / 9003A  
N° Intracommunautaire :  
FR 59 494 336 977

Compte Bancaire Compte Bancaire  
n°42559 / 081 / 21008881205 / 94  
Banque Française du Crédit  
Coopératif - Strasbourg

Membre du groupe de Spécialistes  
des Zones Humides Construites de  
l'INTERNATIONAL WATER  
ASSOCIATION et de l'association Art,  
Sciences et Techniques de l'Eau

**Aménagement hydraulique à  
fonction épuratoire et  
requalification naturelle des zones  
humides du parc du FOGEO**

**56 ARZON**

**Marielle Hébert**  
**Novembre 2009**

## 1 Etat initial :

Le parc du Fogeo collecte les eaux pluviales du bassin versant, des eaux souterraines, ainsi que des eaux provenant de fuites du réseau d'eaux et peut être un peu de branchements d'eaux usées sur le réseau pluvial, ou de fuites d'eaux usées. La présence de ces eaux usées n'a pas été mise en évidence clairement.

Cette zone est formée de noues cheminant dans un terrain volontairement accidenté de buttes et fossés, aménagé et planté d'espèces paysagères. Le parc a accueilli les vases du curage du port de Crouesty et fut aménagé à l'occasion. Il constitue une zone de passage et de circulation piéton, équestre et à vélo entre les résidences et la plage. Il héberge une zone de loisirs (centre équestre, tennis, stade ...), proche de l'établissement de thalassothérapie et représente un espace de belle qualité paysagère, de richesse et de diversité floristique et faunistique potentielles.

Les eaux transitant par cet espace sont collectées dans un étang en point bas de la zone puis pompées, pour être rejetées en mer au-delà de la plage, la nuit.

Les eaux sales génèrent parfois des odeurs et un aspect insalubre. Il est à remarquer ici que l'aspect sale peut aussi venir du pollen de saules déposé à la surface de l'eau. La notion d'apparence de l'eau est un peu subjective, et n'a pas toujours de lien direct avec sa qualité ...

Le lieu est peu attractif et les espèces végétales présentes sont peu nombreuses et « banales ». Le profil hydraulique n'est pas régulier et offre des zones d'eau stagnantes propices au développement des moustiques.



ZONES DE STAGNATION D'EAU



Le potentiel naturel de cet espace est à valoriser, par l'implantation d'une diversité végétale propice au développement d'une faune aquatique, et à l'esthétique des lieux.

L'installation de pompage ainsi que l'étang permettent une certaine souplesse dans la gestion des eaux, et éventuellement une recirculation au sein même de la zone humide.

Cependant, la zone reste le point bas topométrique, elle n'a pas d'exutoire.

#### UN POTENTIEL NATUREL A VALORISER



## 1.1 Analyse des habitats naturels : Etude du cabinet TDM

« Les **habitats humides** traduisent la présence de zones humides d'arrière dune, situées dans les dépressions et plus largement dans une grande partie des points bas. Les masses d'eau et leurs abords sont aisés à caractériser, mais des saules présents en dehors de dépressions nettement humides semblent traduire une présence d'eau dans le sol. Ce point mériterait d'être approfondi. Quelques espèces d'oiseaux relativement intéressantes ont été observées. Notons particulièrement : l'**Alouette des champs**, la **Bouscarle de cetti** et la **Linotte mélodieuse**. »

Plusieurs espèces végétales exotiques et présentant un caractère envahissant sont présentes sur site :

**Baccharis** Baccharis halimifolia

**Robinier faux-acacia** Robinia pseudoacacia

**Yucca sp.** Yucca sp.

**Sumac sp.** Exotique – envahissant (en limite de la zone du Petit Mont)

« Toutes trois inféodées sur notre territoire aux espaces littoraux et/ou humides. L'espèce la plus problématique étant le Baccharis, dont l'importante production de graine complexifie les actions d'arrachage et de lutte. Les autres espèces, moins rapides en terme de re-semis ou de bouturage sont toutefois à prendre en compte ».

## 1.2 Caractérisation des eaux

### 1.2.1 Fonctionnement hydraulique : Etude SOGREAH

Un des objectifs des aménagements hydrauliques du site est la cessation des pompages vers la mer des eaux arrivant dans l'étang.

L'étude visait donc entre autres à évaluer l'impact des pluies sur les capacités de la zone en cas d'arrêt des pompages.

Le cabinet SOGREAH a caractérisé les bassins versants et les débits d'eau entrant dans la zone du parc en provenance de ces différents bassins.

La modélisation veut évaluer les capacités de stockage des noues et de l'étang lors d'épisodes pluvieux de retour décennal, multiplié par 2 et 5.

→ En résumé, les volumes stockables par les noues et l'étang ne sont dépassés qu'en cas d'épisode de retour de pluie de 10 ans x 2 et x 5. La durée nécessaire à l'infiltration et l'évacuation par le sous sol vers la nappe et vers la mer n'a pas été appréciée.

#### *Propositions de l'Atelier Reeb*

Une augmentation des volumes de stockage disponibles in situ, par élargissement de noues, de la mare et de l'étang est envisagée. Des zones de débordement pourront être définies, tant au niveau de « la plaine » que du fossé sec au sud est de l'étang.

Mais les paramètres déterminant les capacités d'infiltration de la zone restent peu connus.

De plus, la circulation souterraine des eaux entre les masses d'eau douce et salée n'est pas identifiée.

L'absence de réponse n'oblitére en rien le projet qui constitue une amélioration de l'existant. Cependant, le poste de pompage actuel doit en toute précaution être conservé et maintenu en état de service.

### **1.2.2 Qualité des eaux entrantes par temps sec : Mesures du laboratoire EIBA**

L'objectif des analyses était de mettre en évidence l'existence de fuites hypothétiques d'eaux usées provenant soit du réseau d'eaux usées, soit de branchements d'eaux usées sur le réseau pluvial, par temps sec.

Les eaux entrant dans les noues à l'exutoire des bassins versants ont été caractérisées par des prélèvements sur 24 heures lors du premier week end touristique de juillet par temps sec.

Le débit « bruit de fond » au point de sortie du BV 2 est de 6m<sup>3</sup>/j en pointe soit environ l'équivalent de 40 personnes.

→ La charge polluante dans toutes les noues est quasi nulle et ne correspond pas à des rejets d'eaux usées, mais plutôt à des fuites du réseau AEP, peu contaminées.

#### *Propositions de l'Atelier*

Le prélèvement fait par temps sec ne permet pas de caractériser la charge polluante des eaux pluviales, c'est-à-dire des eaux ruisselées.

Des analyses seraient d'un intérêt réduit tant la variabilité est grande d'un événement à l'autre et d'une saison à l'autre. Les eaux pluviales ruisselées sur les surfaces imperméables sont avec certitude chargées de matières en suspension, de métaux (notamment zinc et plomb), de composés organiques et d'hydrocarbures.

90 % de la pollution des eaux de ruissellement est sous forme solide. ([www.senat.fr/rap/I02-215-1/I02-215-1\\_mono.html#toc22](http://www.senat.fr/rap/I02-215-1/I02-215-1_mono.html#toc22))

Des analyses moyennes des eaux de pluie ruisselées sont données dans le tableau page 10.

La problématique de traitement des eaux pluviales, qui ne s'est pas dégagée de l'état des lieux au prime abord, apparaît à l'occasion de la réflexion sur la gestion des eaux du nouveau parking.

Il conviendrait le cas échéant d'approfondir la caractérisation qualitative des eaux entrantes.

La gestion des eaux pluviales en amont est à étudier, et quelques mesures à prendre : supprimer l'usage des produits phytosanitaires, réduire l'imperméabilisation et réaménager au fil de l'eau des zones de décantation et d'infiltration végétalisées.

L'aménagement de zones épuratoires au fil de l'eau n'est pas rendu nécessaire par la mauvaise qualité des rejets par temps sec en période estivale.

Il s'inscrit plutôt de façon opportuniste dans le projet afin de filtrer au mieux les eaux de fuite et les eaux pluviales dont les débits et la qualité sont peu caractérisés. (cf. chap dimensionnement des zones d'infiltration)

## 2. Principes et Objectifs

### 2.1 Aménagement hydraulique

L'objectif est d'aménager la zone afin d'améliorer la gestion et l'épuration au fil de l'eau des eaux pluviales en évitant les stagnations prolongées dans les fossés.

### 2.2 Epuration

Il s'agit également d'optimiser l'épuration des eaux par leur cheminement dans des aménagements végétalisés inscrits dans le site existant.

### 2.3 Maintien et amélioration des usages

Le mode d'aménagement doit permettre une utilisation du relief et des cheminements hydrauliques existants, conserver et valoriser l'aspect paysager et la fonction de zone de loisirs et de promenade.

Il introduit notamment une dimension pédagogique, par la création d'un parcours botanique ou d'un outil d'interprétation visant à améliorer la connaissance des zones humides, pour transformer l'image négative du public. Une oseraie sera également plantée.

### 2.4 Diversité floristique, faunistique et paysagère

L'aménagement proposé permet une requalification naturelle de cette zone très artificialisée. Il introduit de nombreuses espèces végétales pour la plupart locales ou européennes, lesquelles contribuent à la diversité faunistique et paysagère.

## 3. Propositions pour l'aménagement du site

### 3.1 Optimisation des capacités épuratoires et requalification (les deux sont liés):

- aménagement de deux zones d'épuration spécifiques en sortie des buses du BV2 et du BV4 (cf. chapitre 4.3)
- Création de zones d'oxygénation par chute ou ruissellement rapide, les possibilités étant toutefois très limitées : cheminement empierré sous les passerelles, chute à travers les digues filtrantes des zones épuratoires, chute à travers la digue de séparation de la mare et de l'étang...
- Plantations : reconstitution des successions florales propres aux zones humides, choix d'espèces rustiques et locales à quelques exceptions près (Gunera).

- Taille 'sévère' du boisement en place (saules, aulnes, prunelliers, peupliers) afin de rétablir un ensoleillement propice au développement des plantes héliophytes.
- Retrait partiel des espèces 'trop paysagères', voire envahissantes (robinier) ou trop ombrageuses (pin maritime)
- Remplacement par des espèces plus locales, fonctionnelles (infiltration/filtration), et décoratives : saules osiers (plusieurs espèces sont très esthétiques), aulnes, frênes.....

### **3.2 Amélioration du fonctionnement hydraulique**

- Création d'une mare par curage et extension de la noue de « tête » d'étang et séparation de l'étang par une digue avec hauteur de chute réglable pour isoler la nouvelle mare de l'étang soumis à des entrées d'eau salée.
- Curage et agrandissement de l'étang avec aménagement des berges en pentes douces et inondables.
- Suppression des zones de rétention d'eau situées dans les noues par nivellement du profil hydraulique.
- Remplacement de deux passages busés par des passerelles.

## **4. Travaux à réaliser**

### **4.1 Travaux hydrauliques :**

La dénivelée de l'ensemble de la zone est très faible, 50 à 60 cm au total dans le secteur nord ouest, et 80 cm dans le secteur sud ouest.

Dans ces conditions, il est difficile d'envisager des aménagements hydrauliques avec chute ou pièce d'eau avant l'étang, vu la longueur des parcours.

L'étang sera curé et approfondi afin d'être un point bas recevant des écoulements en chute libre à travers une digue. A l'amont de cette digue, le large fossé sera curé et élargi, transformé en mare. L'eau de cette mare, non salinisée, pourra alors être pompée vers l'amont pour recirculer en période estivale, en cas de sécheresse prolongée.

L'étang sera également élargi côté Ouest, et sa forme adoucie côté Sud. (Agrandissement de la queue de l'étang).

La cote de fond d'étang déterminera le profil de l'ensemble de la zone. Le curage de cet étang pourrait être plus délicat qu'il n'y paraît : comment se comporte le terrain, comment est-il connecté à la nappe d'eau ?

Le profil hydraulique est à rectifier légèrement sur l'ensemble du cheminement pour retirer les zones d'accumulation vaseuses ou combler quelques trous, afin de faciliter les écoulements et optimiser l'oxygénation de l'eau. Un curage est donc nécessaire. Il concernera une épaisseur de 20 à 30 cm, sur 2.50 m à 3.00 m de large, et pourra être façonné dans les courbes du terrain.

L'approfondissement de l'étang permettra d'introduire une chute entre la mare et l'étang, et peut être d'augmenter la pente du profil du fil d'eau des noues drainées en amont.

Des seuils devront être aménagés en amont des buses de transfert d'une noue à l'autre afin de ralentir la vitesse d'écoulement en période de pluie.

Ils permettront de favoriser le maintien de l'humidité en période sèche.

Il est question de supprimer certaines buses et d'ouvrir les passages en installant des passerelles pour la circulation. Ces passerelles ne font pas plus de 2 m de long, au dessus d'un passage pour l'eau de 2 m de large plutôt empierré. Le dimensionnement de ces passerelles dépendra de l'usage prévu pour la circulation, c'est-à-dire du passage ou non de véhicules et de chevaux.

## **4.2 Autres terrassements:**

Le remblai des zones 10 et 11, situé donc au Sud Est de la zone sera adouci vers le sud, une saulaie éparsse pourra être plantée, la vue sur la noue depuis le chemin devant être préservée.

D'autres terrassements secs pourront être envisagés pour des questions paysagère, aucun n'est requis pour les aspects hydrauliques.

## **4.3 Zones d'épuration**

### **4.3.1 Description**

Les zones de filtration sont créées à la sortie des buses exutoires du réseau pluvial. Elles sont précédées d'une surface de tranquillisation empierrée.

Elles sont conçues comme des filtres plantés à écoulement horizontal, garnies de granulats 10/20 sur environ 30cm de hauteur déterminée par le profil topographique du fond de la noue.

L'eau traversera une plantation de macrophytes constituée d'un mélange de Baldingères et Glycéries. Ces filtres sont non étanches et se terminent par une digue filtrante en pierres sèches, ou en rondins de bois. Ces rondins pourraient être prélevés sur place dans le robinier faux acacia. Ce point est à examiner.

Les surfaces de ces zones sont de 50 et 75 m<sup>2</sup>.

La zone 1 est située à l'exutoire du bassin versant n°2. L'étroitesse de la noue limite la longueur de la zone d'épuration. La noue sera élargie.

La zone 2 est située à l'exutoire du bassin versant n°4. La surface disponible pour l'aménagement n'est pas importante, mais la dénivelée permet une épaisseur supérieure, soit 40 cm de granulats.

L'Eau s'écoule lentement à travers la zone filtrante plantée, et à travers le système racinaire des plantes aquatiques. Elle est ainsi épurée par filtration

mécanique dans les granulats et la rhizosphère, où se déroulement également des processus biochimiques de transformation de la matière organique et des nutriments (N, P).

### 4.3.2 Charges entrantes

Charge hydraulique : (voir tableaux « Estimation du flux hydraulique admissible » en annexe)

Si l'on considère le volume de pluie sortant des bassins versants et entrant dans le parc, et leur charge polluante potentielle, il est possible d'estimer les capacités des filtres.

Les volumes entrants sont donnés dans l'étude de SOGREAH. Pour des événements pluvieux de retour 10 ans d'intensité multipliée par 2 et 5, les volumes de stockage dans les noues sont dépassés, et très largement dépassés avec inondations dans des secteurs connus du parc.

NOM	VOLUME DISPONIBLE (m <sup>3</sup> )	VOLUME STOCKE (m <sup>3</sup> )			VOLUME DEBORDE (m <sup>3</sup> )		
		P1	P2	P5	P1	P2	P5
Noue BV2	430	150	430	430	0	750	2 300
Noue BV3	730	250	730	730	0	980	8 300
Noue BV4	845	150	640	845	0	0	2 600
Etang	2 600	1 200	2 600	2 600	0	1 000	7 300
<b>Total</b>	<b>4 605</b>	<b>1 750</b>	<b>4 400</b>	<b>4 605</b>	<b>0</b>	<b>2 730</b>	<b>20 500</b>

Du fait du passage des eaux à travers un tamis de granulats, les filtres plantés représentent un frein hydraulique important. Ces ouvrages de filtration sont conçus pour des débits relativement faibles.

Les filtres plantés n'assurent, dans les cas de pluies décennales x2 et x5, aucun rôle hydraulique, sinon de stockage dans les graviers. Par ailleurs, leur capacité de filtration est alors complètement dépassée.

Au-delà d'un certain débit entrant, le filtre est mis en charge et l'eau passe en surverse à la surface du filtre et par dessus la digue. Ce débit peut être estimé et mis en corrélation avec les données pluviométriques.

→ Il en résulte que la capacité hydraulique des filtres, flux admissible, est équivalente à une pluie d'environ 3 mm pour une estimation journalière. Les eaux de pluies de plus de 3 mm passeront alors en surverse. Elles seront peu filtrées.

Ce sont les noues, zones humides à macrophytes qui assureront en cas de pluie la filtration des eaux et non les filtres plantés.

Les valeurs journalières lissent la pluie réelle qui peut être connue au pas de temps de 6 mn. Les filtres ont une inertie de rétention et un volume de stockage qui amortissent les passages pluvieux. Ainsi, l'estimation journalière de la capacité est minimaliste.

Les paramètres considérés pour estimer cette capacité sont le coefficient de perméabilité K déterminé par le granulat, les dimensions et formes du filtre, et l'épaisseur de la couche de granulats.

La largeur et la hauteur sont liées au terrain.

On peut envisager une augmentation de la granulométrie du support si la contrainte hydraulique est prioritaire. Cela implique une moins bonne capacité de rétention et de traitement organique dans les premières années.

L'étude des pluies moyennes et des pointes journalières renseigne sur les débits qui seront couramment admis sur les filtres.

Les données dont nous disposons proviennent de la station météo de Rennes St Jacques.

La moyenne journalière des jours pluvieux, (moyenne ayant exclu les jours sans pluie) à différentes périodes de l'année, se situe entre 5 et 7 mm par jour.

Les pointes oscillent entre 20 et 40 mm.

Charges organiques voir tableau « Estimation du flux organique admissible » en annexe

#### Capacités de traitement biologique

La capacité d'épuration des filtres peut être estimée théoriquement par un calcul de la capacité d'oxygénation, dépendant de la porosité du granulat. Cependant, cette capacité évolue en fonction de l'accumulation de matière dans le filtre qui en diminue la porosité. En contrepartie, la croissance de la rhizosphère et les dépôts de matière contribuent à l'augmentation de la couche filtrante et à l'oxygénation par les roseaux.

En hiver, un phénomène d'accumulation pourra s'observer, alors qu'en été, la minéralisation de la matière organique sera favorisée par une température permettant une forte activité biologique, une évapo-transpiration et une sécheresse relative favorisant l'oxygénation des filtres.

#### Apports organiques par les pluies :

De nombreux documents traitent de la gestion des pluies de ruissellement en milieu urbanisé. Les données relatives à la qualité des eaux de pluie sont fournies par exemple par la MISE 44 :

Caractéristiques des eaux de ruissellement pluvial séparatif	Charges polluantes annuelles(kg/ha imperméabilisé)	Concentrations moyennes annuelles (mg/l)
<b>DBO<sub>5</sub></b>	90	25
<b>DCO</b>	630	180
<b>MES totales</b>	665	235
<b>Hydrocarbures</b>	15	5,5
<b>Pb</b>	1	0,35

Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement, MISE 44

→ La capacité des filtres, en se basant sur ces valeurs, permet le traitement de la totalité de la charge organique des eaux pluviales, et a fortiori de celles qui seront filtrées, à défaut des eaux passant en surverse.

#### 4.4 L'aménagement végétal

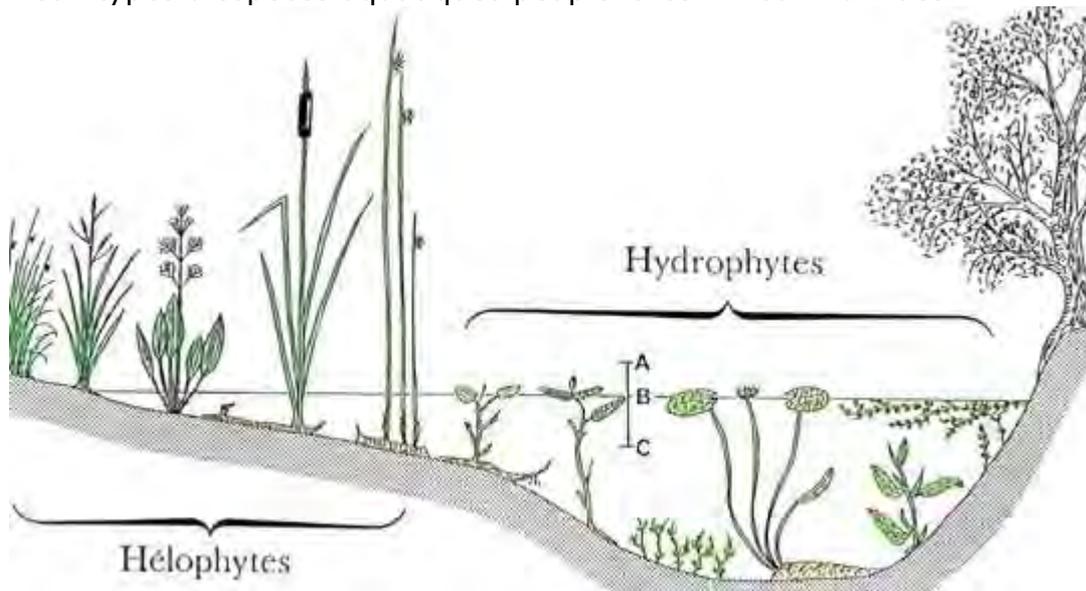
L'ensemble des noues sera planté au fil de l'eau.

La question de l'entretien est prise en compte dans le choix des espèces. Nulle espèce gélive ou nécessitant un soin particulier ne sera proposée à part le magnifique *Gunnera*. Si d'aventure une espèce venait à dominer sur une trop grande zone, alors une intervention deviendrait nécessaire pour la contenir. La massette (*Typha sp.*) notamment ne sera pas implantée, elle est déjà présente dans quelques noues du parc, et sera cantonnée dans les parties aval afin de limiter son développement.

Il est à préciser d'ores et déjà que les plantes aquatiques ne se coupent pas au printemps, encore moins en été car l'on favorise alors des espèces pionnières, honorables certes mais banales, de type oenanthe et faux cresson.

L'entretien se fait exclusivement en hiver.... (coupe des massettes, glycéries et baldingères, enlèvement des parties mortes)

Deux types d'espèces aquatiques peuplent les milieux humides :



#### **Les Hydrophytes :**

Végétaux qui développent la totalité de leur appareil végétatif à l'intérieur du plan d'eau ou au mieux à la surface de ce dernier. Pour ces espèces, l'eau représente le milieu qui les héberge, qui les soutient, qui les véhicule, qui les conserve et qui assure toutes les exigences de leur croissance, de leur développement et de leur nutrition (d'après M. Montegut - « Tome 1 Milieux aquatiques et Flore »)

## **Les Hélophytes**

Végétaux finissant par développer un appareil végétatif et reproducteur totalement aérien, mais en gardant leurs appareils souterrains dans un substrat vaseux gorgé d'eau. Les uns commencent leur cycle à l'état submergé, les autres d'emblée comme un végétal terrestre.

Un grand nombre d'espèces pourra trouver sa place dans ces noues. Des zones de plantation sont définies dans une optique plus paysagère que fonctionnelle. Les espèces proposées sont typiquement inféodées aux milieux humides européens.

Cependant, une espèce exotique au moins a sa place dans cet aménagement, c'est le Gunnera. Plante japonaise aux feuilles immenses appelée aussi « oreilles d'éléphant », elle agrémentera un secteur appelé zone intimiste, tant elle se prête au repos tranquille à l'ombre des grands pins.

Une autre zone peu humide se prête à une implantation particulière de graminées. Celles-ci ont un atout paysager certain, souvent oublié ou laissé de côté au profit de plantes plus colorées ou exotiques. Leur entretien est des plus facile...

Un secteur à plantes médicinales est proposé au bord de la mare. Il peut être transféré ailleurs.

Une grande variété de saules et d'aulnes sera proposée pour garnir les berges. Sans toutefois ombrager trop les noues sur les versants sud.

## **4.5 Secteurs d'aménagement : voir plans**

Zone 1 et 8 : Mélange épurateur  
sortie des buses du réseau pluvial de l'extrémité Nord et de la buse au sud  
Glycérie (*Glyceria maxima*) et Baldingère (*Phalaris arundinacea*) : 140 m<sup>2</sup>

### **Zones 2, 3, 5,6,7,9 et 10 : plantes de berge diversifiées**

Zones de plantes semi aquatiques :

Iris : *Iris laevigata*

*Iris pseudoacorus*

*Iris pseudacorus 'variegata'* Iris d'eau 'variegatus'

*Iris setosa* Iris à pétales aigus

*Iris versicolor* Iris versicolore

*Alisma plantago* Plantain d'eau

Joncs, laïches et souchets : zones selon résistance à l'immersion

*Juncus conglomeratus* Jonc aggloméré

*Juncus effusus spiralis* Jonc tortueux

*Juncus effusus* Jonc epars ou diffus

*Juncus inflexus=glaucus* Jonc glauque

*Carex elata aura* Laïche des rives

*Cyperus longus* Souchet long

*Sparganium erectum* Rubanier dressé

*Acorus calamus* Acore calame

*Lythrum salicaria* Salicaire

*Butomus umbellatus* Butome

*Caltha palustris* (en aval) Populage des marais

*Myosotis scorpioides* Myosotis des marais

*Cardamine pratensis* Cardamine des prés

*Equisetum hyemale* (en amont) Prêle d'hiver

*Mentha aquatica* Menthe aquatique

### **Zone M1 : mare et étang**

*Sagittaria sagittifolia* Sagittaire à feuilles en flèche

*Menyanthes trifoliata* Trèfle d'eau

*Stachys palustris* Epiaire des marais

*Thelypteris palustris* Fougère aquatique

### **Zone M12 : Berges inondables de la mare**

Les plantes de berge :

Médicinales :

*Filipendula ulmaria* Reine des prés

*Symphytum sp.* Consoude

*Althaea officinalis* Guimauve

Pieds dans l'eau :

*Menyanthes trifoliata* Trèfle d'eau

*Iris pseudacorus* Iris des marais

D'intérêt esthétique et botanique :

*Osmunda regalis* Osmonde royale

### **Zone 11 : prairie à graminées**

(sol frais à humide non inondé)

*Eriophorum angustifolium* Linaigrette

*Deschampsia caespitosa* Canche cespiteuse

*Zizania aquatica* Zizanie aquatique (riz)

autres

### **Zone intimiste : en zone 5**

#### **Aménagement sous les grands pins**

*Gunnera manicata* Rhubarbe géante

*Osmunda regalis* Osmonde royale



Osmonde royale



Rhubarbe géante

**Traitement des arbres :**

Coupe et dévitalisation des robiniers et buissons situés dans les angles de vues. Taille des prunelliers.

Recépage des saules et aulnes situés dans ces mêmes angles de vues ainsi qu'autour des plans d'eau.

Conservation de pins et de chênes choisis

Plantation de saules diversifiée (nombreux osiers, pourpre, tortueux...), de préférence sur les rives Nord.

## 5. Références Bibliographiques

Burka U., Lawrence P.C., 1990 : A New community approach to waste treatment with higher water plants, *Pergamon Press*.

Boutin C. et al. 1998 : Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités, *Cemagref éd.*

Boutin C. et al. 1999 : Les stations d'épurations par filtres plantés de roseaux, *L'eau, l'industrie, les nuisances*.

Molle P, 2003 : Filtres plantés de roseaux : limites hydrauliques et rétention du phosphore, *thèse de l'université de Montpellier II, Cémagref éd.*

Molle P et al. 2004 : How to treat raw sewage with constructed wetlands: an overview of the french systems, *9<sup>th</sup> International Conference on Wetland Systems for water pollution control*.

Agence de l'eau RMC, 2005 : Epuration des eaux usées par des filtres plantés de Macrophytes, recommandations techniques pour la conception et la réalisation, *document collectif*.

Mission Inter Service de l'Eau Loire Atlantique : guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les aménagements.

# ANNEXES

## Taille des ouvrages de filtration, Estimation du flux hydraulique admissible

	Surface m <sup>2</sup>	hauteur de granulat	perméabilité K en m/j	largeur	gradient	longueur	flux admissible m <sup>3</sup> /j	pluviométrie correspondante en mm
Epuration BV2 Zone 1	75	0,3	864	5	0,02	15	25,92	2,7429
Epuration BV4 Zone 8	50	0,4	864	5	0,04	10	69,12	2,9922
			(granulat 10/20 mm K=0,01m/s)					

	surface BV m <sup>2</sup>	coeff d'imperméabilisation	pluviométrie exemple en m/h	m <sup>3</sup> /h	débit maxi admissible avant surverse m <sup>3</sup> /j
BV2	27000	35%	0,002	18,9	25,92
BV4	55000	42%	0,002	46,2	69,12

**Estimation du flux organique admissible**

	capacité d'oxygénation du filtre (porosité - o2 atmosphérique)	capacité d'oxygénation	capacité d'oxygénation = capacité de traitement	surface imperméabil isée (cf. SOGREAH)	dbo5 entrant par ha (cf. MISE 44)	dbo5 entrant totale
	G O2/m <sup>2</sup> /j	G O2*j	Kg O2/an	ha	kg/ha/an	kg/an
Epuration BV2 Zone 1	27	2025	739,125	0,945	90	85,05
Epuration BV4 Zone 8	36	1800	657	2,31	90	207,9