

**TERRITOIRE D'OUTRE MER**  
**NOUVELLE CALEDONIE**

**COMMUNE DU MONT-DORE**

Centre ville de BOULARI

**CONCEPTION ET REALISATION DE LA NOUVELLE STATION D'EPURATION**

**4 500 Eq. Habitants**

Affaire N° 06/039

**SOLUTION DE BASE**

**MEMOIRE EXPLICATIF**

## SOMMAIRE

<b>1. GENERALITES .....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Objet de l'appel d'offres</i> .....	3
1.2 <i>Indications générales</i> .....	4
1.3 <i>Données de base</i> .....	5
<b>2. LIMITES DE PRESTATIONS .....</b>	<b>7</b>
<b>3. TRAITEMENT PROPOSE .....</b>	<b>9</b>
3.1 <i>Implantation</i> .....	9
3.2 <i>Déversoir d'orage</i> .....	10
3.3 <i>Dessablage amont</i> .....	10
3.4 <i>Relèvement des effluents</i> .....	10
3.5 <i>Prétraitements des effluents</i> .....	10
3.6 <i>Traitement biologique</i> .....	11
3.7 <i>Canal d'écrêtage des débits</i> .....	12
3.8 <i>Traitement physico-chimique</i> .....	12
3.9 <i>Traitement membranaire</i> .....	12
3.10 <i>Traitement des boues</i> .....	16
3.11 <i>Traitement des odeurs</i> .....	16
3.12 <i>Ouvrages complémentaires</i> .....	17
3.13 <i>Mesures de débit</i> .....	18
3.14 <i>Auto-contrôle</i> .....	18
3.15 <i>Asservissement</i> .....	19
<b>4. Déversoir d'orage .....</b>	<b>21</b>
4.1 <i>Appareillages</i> .....	21
4.2 <i>Hydraulique</i> .....	21
<b>5. Dessableur amont .....</b>	<b>23</b>
5.1 <i>Appareillages</i> .....	23
5.2 <i>Hydraulique</i> .....	23
<b>6. Relevage général .....</b>	<b>25</b>
6.1 <i>Appareillages</i> .....	25
6.2 <i>Dimensionnement</i> .....	25
<b>7. PRETRAITEMENT DES EFFLUENTS .....</b>	<b>28</b>
7.1 <i>Introduction</i> .....	28
7.2 <i>Mise en œuvre</i> .....	29
7.3 <i>Caractéristiques techniques</i> .....	29
7.4 <i>Fonctionnement du secours</i> .....	30
<b>8. TRAITEMENT BIOLOGIQUE .....</b>	<b>32</b>
8.1 <i>Introduction</i> .....	32

8.2 Réacteur proposé .....	33
8.3 Caractéristiques de fonctionnement .....	33
8.4 Bilans de l'azote.....	35
8.5 Besoins en oxygène par jour .....	38
8.6 Traitement du phosphore.....	39
<b>9. DEPHOSPHATATION PHYSICO-CHIMIQUE .....</b>	<b>41</b>
<b>10. FILTRATION MEMBRANAIRE .....</b>	<b>44</b>
10.1 Principes.....	44
10.2 Mise en œuvre et caractéristiques.....	48
10.3 Brassage et aération dans les cellules de filtration.....	49
10.4 Alimentation des Ultrabox.....	50
10.5 Pompes d'extraction des perméats / rétrolavage.....	51
10.6 Lavage des membranes .....	53
10.7 Neutralisation et vidange des ultrabox.....	54
10.8 Air comprimé.....	54
<b>11. TRAITEMENT DES BOUES : rhizocompostage .....</b>	<b>57</b>
<b>12. POSTE TOUTES EAUX.....</b>	<b>59</b>
<b>13. AUTOMATISME - SUPERVISION – TELESURVEILLANCE .....</b>	<b>61</b>
<b>14. INSTRUMENTS DE MESURES .....</b>	<b>63</b>
14.1 Mesure du pH et de la température .....	63
14.2 Mesure de redox.....	64
14.3 Mesure d'oxygène .....	65
14.4 Débitmètre électromagnétique.....	66
14.5 Préleveur automatique.....	67
14.6 Mesure de pression hydrostatique.....	68
14.7 Mesure de niveau ultra-son .....	69
<b>15. Outil pédagogique et de COMMUNICATION .....</b>	<b>71</b>
15.1 Phase chantier : .....	71
15.2 CIRCUIT PEDAGOGIQUE.....	73

## **1. GENERALITES**

### **1.1 Objet de l'appel d'offres**

Le présent appel d'offres a pour objet la conception et la réalisation de la station de traitement des eaux usées de la commune du MONT-DORE, quartier de BOULARI.

L'installation sera située sur un terrain mis à disposition par la collectivité du MONT-DORE à proximité de la zone d'équipements sportifs / stades.

La capacité de traitement de cette installation sera de **4 500 Equivalent Habitants**.

La filière retenue pour le traitement des effluents est celle des cultures libres par boues activées en aération prolongée **avec un traitement membranaire**.

La filière retenue pour le traitement des boues est une déshydratation des boues par **rhizocompostage**, permettant d'obtenir des boues à 30 % de siccité minimum.

## 1.2 Indications générales

### Origine des effluents :

Les eaux usées à traiter sont constituées par des effluents d'origine domestique ou par des effluents compatibles avec un traitement biologique. Les eaux usées seront issues, à terme, de 5 bassins versants et du centre ville de Boulari, récapitulés dans le tableau ci-dessous :

	Charges à traiter en 2007 en EH	Charges à traiter en 2012 en EH	Charges à traiter en 2012 avec marge environ +20% sur zones urbanisées
<b>zones urbanisées existantes</b>			
Bassin 1 : Galinie		435	
Bassin 2 : Shangri-la		750	
Bassin 3 : St-Quentin (1 et 2)	950	950	
Bassin 4 : Babin (1 et 2)	445	445	
Bassin 5 : Hibiscus/Deray		1 405	
sous-total	1 395	3 985	4 782
<b>Boulari CV</b>	460	4 288	4 288
total	<b>1 855</b>	<b>8 273</b>	<b>9 070</b>
			<b>total arrondi à 9 000 EH</b>

### Arrivée des effluents :

Les eaux usées sont acheminées jusqu'au site de la nouvelle station d'épuration par refoulement via le poste de relevage général situé le long de la route provinciale n°2 (futur accès). La conduite de refoulement prévue est en PVC pression PN10 DN250.

### Rejet des effluents :

Le rejet des eaux traitées s'effectue vers le milieu naturel, la mer. Les hautes eaux sont admises à 1,90 m NGNC selon l'étude environnementale jointe au DCE.

L'exutoire choisit, compte tenu des **hautes performances épuratoires garanties par notre procédé, sera directement dans la Mangrove**, zone adjacente au terrain de construction de la station.

Terrain disponible :

Le terrain est situé à proximité des équipements sportifs / stades, proche du collège.

Les parcelles appartenant à la commune du MONT-DORE sont en cours de définition. Toutefois selon la réglementation du PLU, la parcelle de la future station est située en zone UAC.

Le terrain est bordé au Sud par une voie rapide (VDE) qui rejoint la route principale par un giratoire au Sud-Est du site, futur accès.

Evacuation des déchets :

- Refus de dégrillage / tamisage : évacués par les OM (ordures ménagères) vers les CET
- Boues : valorisation des boues désydratées sous forme de compost à définir ultérieurement avec la Commune du Mont Dore.

### 1.3 Données de base

#### 1.3.1 Données hydrauliques

Le tableau ci-dessous récapitule le débit journalier, horaire moyen et horaire de pointe qui parviendront à la station.

Les données de base de dimensionnement sont reprises dans le tableau ci-dessous.

**Les situations indiquées reprennent les données du DCE (initial) et les données selon la note SECAL du 24 octobre 2007, complémentaire au DCE (capacité définitive à 4 500 EH).**

Situation	Unités	4 000 EH	4 500 EH
Volume journalier d'eaux usées	m <sup>3</sup> /j	960	1 080
Débit moyen	m <sup>3</sup> /h	40	45
Débit de pointe	m <sup>3</sup> /h	120	120
Débit de pointe sur le traitement biologique	m <sup>3</sup> /h	120	120

**Nota :** Ces données sont justifiées dans le cahier des garanties de notre offre.

#### 1.3.2 Charges de pollution

Les charges polluantes journalières à traiter sont récapitulées dans les tableaux ci-après.

Paramètre	Unités	4 000 EH	4 500 EH (1)
DBO <sub>5</sub>	kg/j	240	270
DCO	kg/j	560	630
MES	kg/j	400	450
NTK	kg/j	60	67,5
Pt	kg/j	16	18

(1) Charge calculée à concentration constante

Le rapport de l'alcalinité de l'effluent, exprimé en masse de CaCO<sub>3</sub>, à l'azote à nitrifier et dénitrifier n'est pas inférieur à 7 en moyenne journalière, le non-respect de ces conditions n'étant toutefois opposable que pour la teneur en azote de l'effluent rejeté.

**1.3.3 Niveau de traitement requis :**

Voir cahier des garanties joint au présent dossier.

**1.3.4 Définition du domaine de traitement garantie :**

Voir cahier des garanties joint au présent dossier.

## **2. LIMITES DE PRESTATIONS**

### Arrivée des effluents :

L'amenée des eaux brutes est prise en compte à partir du point de livraison en limite de propriété, où est prévue la réalisation du déversoir d'orage.

### Rejet des effluents :

La canalisation de rejet est raccordée à un regard de rejet de l'installation jusqu'à la zone des Mangroves.

### Adduction d'eau potable :

Elle est considérée prise en compte à partir du point de livraison précise sur le plan de masse de notre offre (limite de propriété), à débit et pression de service suffisants et conformes aux exigences du Cahier des charges communales.

### Réseau OPT :

Le raccordement au réseau par fourreau est pris en compte depuis le point de fourniture indiqué sur le plan de masse remis dans notre offre (limite de propriété).

Le branchement de la ligne est à la charge du maître d'ouvrage.

### Réseau ECC :

Les réseaux électriques sont pris en compte en aval du tableau de comptage situé au point de livraison précisé sur le plan de masse remis dans notre offre (limite de propriété). La fourniture et mise en place du coffret électrique de comptage et à la charge du service concessionnaire.

Les frais de raccordement au réseau HTA du service concessionnaire sont à la charge du maître d'ouvrage (demande de raccordement à réaliser par le client soit le maître d'ouvrage).

Les travaux de fourniture et pose du transformateur ne sont pas prévus dans notre offre et font partie d'un lot à part entière à charge du service EEC selon le DCE.

### Accès à la station :

Les limites de prestations de la voirie extérieures sont définies sur les plans d'implantation joints au présent dossier.

Pendant toute la durée des travaux, l'accès est entretenu par l'Entrepreneur.

Avant le démarrage des travaux, un état des lieux préalable sera effectué par l'entrepreneur, avec un constat par huissier.

**TRAITEMENT PROPOSE**

### 3. TRAITEMENT PROPOSE

#### 3.1 Implantation

##### Ouvrages :

L'implantation des ouvrages et des bâtiments de la station d'épuration de BOULARI, au centre de nos préoccupations, a été conçue pour une **gestion optimisée de l'espace disponible en occupant à peine 30% de la parcelle mise à disposition** et un phasage des travaux optimal avec sécurisation maximale du personnel et ce grâce aux réflexions communes avec tous les partenaires (Mandataire, Génie Civil, Architecte).

Les terrains mis à notre disposition présentent de mauvaises **caractéristiques de sol**.

Plusieurs contraintes du site ont guidé notre choix d'implantation :

- Structure et caractéristiques géotechniques du sol
- PHE à 1,90 m NGNC
- Minimiser ou éviter les remblais en zone de Mangroves
- Evènements pluvieux et venteux (climat tropical) à prendre en compte

L'ensemble de ces points nous a amené à :

- Réaliser une **station très compacte** avec un niveau de traitement conforme aux exigences du Cahier des charges
- Tenir compte de l'emprise en cas d'extension à 9 000 EH à court terme
- Proposer des esquisses de voirie d'accès optimisées pour la coordination avec le projet EEC
- Intégrer une architecture soutenue à notre projet associée à des aménagements paysagers et plantation pour une intégration optimale et un accueil agréable sur le site.

- **Optimisation de l'emplacement** disponible,
- **Intégration optimale** dans le site en tenant compte des aménagements paysagers à réaliser et l'insertion de zone de plantations et surface enherbées.
- **Haute qualité d'eau traitée** avec l'UltraFiltration permettant de **s'affranchir d'un traitement tertiaire de désinfection** pour l'arrosage et de **supprimer l'émissaire de rejet** dans le lagon,
- Traitement des boues par **lits plantés de roseaux** garantissant une **siccité > 30%**, un **faible coût d'exploitation** et « **zéro odeur** ».

- En résumé, une **conception de STEP « zéro déchet » avec 100% de l'eau traitée et des boues réutilisables**

### Voiries :

L'accès sera réalisé depuis la route provinciale conformément aux demandes du cahier des charges complété par une note SECAL de précision pour l'accès du 2 octobre 2007.

Cet accès longe la parcelle réservée aux travaux EEC pour établir un accès commun et abouti sur le site d'implantation de la station.

La voirie d'accès à la station est conforme aux prescriptions en vigueur pour les véhicules lourds et est adaptée aux circulations des véhicules, y compris semi-remorque pour la livraison des consommables et évacuation des bennes à déchets.

Des zones de parking ont été délimitées pour l'accueil du personnel et de personnes extérieures à la station.

### **3.2 Déversoir d'orage**

Comme stipulé dans le DCE, le Poste de Relevage (PR) ainsi que le dessableur seront équipés de déversoir d'orage (DO) permettant d'évacuer un débit supérieur ou égal au débit de pointe horaire de 160 m<sup>3</sup>/h. Un DO (conduite PVC DN250) sera installé au niveau du dessableur et du PR avec un raccordement à la conduite existante EP DN315.

### **3.3 Dessablage amont**

Une unité de dessablage est incluse dans notre offre afin de protéger les installations avalées (pompes, diffuseurs d'air,...) des divers gravats et sables présents parfois dans le réseau EU.

Le dessableur permettra également et surtout de protéger les membranes d'UltraFiltration.

La quantité de sable récupéré est de l'ordre de 8 à 15 L/hab/an (temps sec).

Nous avons prévu un dessableur cylindro-conique d'une profondeur de 4,50 M.

### **3.4 Relèvement des effluents**

En conformité avec le DCE, Le Poste de Relèvement à l'entrée de la STEP de Boulari aura une capacité pour une charge à 4500 eH mais le GC sera prévu pour l'extension à 9000 eH. Le PR sera donc équipé de 2 pompes submersibles 160 m<sup>3</sup>/h mais le dimensionnement du volume du PR sera calculé sur la base de 9000 eH. Le réglage des sondes de niveaux permettra d'optimiser le marnage dans le PR en fonction de l'évolution de la charge entrante de la STEP.

### **3.5 Prétraitements des effluents**

#### **Comptage des eaux brutes :**

Le comptage des eaux brutes relevées vers la station est réalisé par débitmètre électromagnétique installé sur la colonne montante de refoulement.

Un préleveur d'échantillon est installé à proximité du tamis pour assurer les prélèvements.

#### **Tamisage :**

La mise en œuvre d'un traitement par système membranaire exige la plus grande qualité de fonctionnement de l'étape de prétraitements. **Afin de protéger l'intégrité des membranes, il est indispensable d'éliminer tous les matériaux fibreux par un tamisage fin des effluents.**

Nous prévoyons ainsi la mise en place de prétraitements combinés par deux tamis rotatifs installés à l'extérieur sur une dalle couverte, de caractéristiques :

- Deux tamis à mailles rondes de 0,8 mm, dont 1 de secours

**Les tamis sont équipés d'une vis de compactage** intégrée. Les refus de tamisage compactés, sont ensachés et stockés dans le conteneur (souplesse d'exploitation) de 660 L **placé dans un local fermé et désodorisé** sous la dalle des tamis.

### Extension :

La gamme des tamis choisie et installée sur la station permettra d'assurer les prétraitements pour un débit unitaire de 180 m<sup>3</sup>/h soit, dans le cadre de l'extension à 9 000 EH un débit de pointe de 360 m<sup>3</sup>/h, la nécessité d'installation d'un seul tamis supplémentaire qui servira de secours (fonctionnement en 2+1).

## 3.6 Traitement biologique

### Réacteur biologique :

Notre offre prévoit la création d'un **réacteur biologique d'un volume de 590 m<sup>3</sup>**.

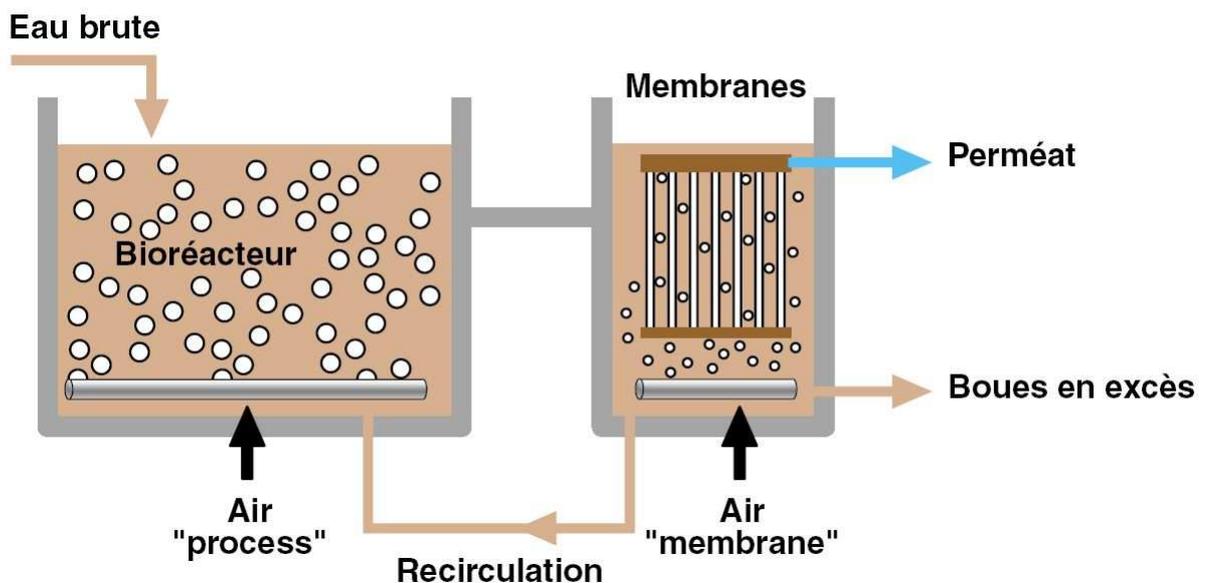
La zone aérée est équipée d'un dispositif **d'insufflation d'air** par membrane caoutchouc spécial eaux usées, alimenté par 2 surpresseurs insonorisés bi-vitesse dont un en secours asservis sur sonde Rédox ou O<sub>2</sub> ou sur cycles.

Un agitateur de type immergé assure le brassage des effluents pour un mélange homogène des boues.

La mise en œuvre de deux surpresseurs permet de fiabiliser le traitement.

Les **moteurs bi-vitesse** permettent une adaptation optimale du fonctionnement selon les charges.

La figure suivante montre le process utilisé pour votre station d'épuration.



L'ouvrage biologique est by-passable après les prétraitements.

**Extension :**

Dans le cadre de l'extension, le process biologique sera à adapter selon le projet d'extension ; toutefois nous vous avons fourni à titre indicatif (non contractuel) un plan représentatif de l'emprise nécessaire en cas d'extension à 9 000 EH.

**3.7 Canal d'écrêtage des débits**

Nous prévoyons la mise en place d'un canal d'écrêtage des débits en aval des prétraitements.

En effet, les débits de pointe de 160 m<sup>3</sup>/h seront prétraités et le débit de pointe et de dimensionnement du traitement biologique sera de 120 m<sup>3</sup>/h selon les données du Cahier des charges et la note SECAL du 24 octobre 2007.

Un dispositif d'écrêtage des débits par module à masque sera installé dans le canal d'écrêtage et permettra la limitation du débit à 120 m<sup>3</sup>/h vers le traitement biologique.

Le sur-débit de 40 m<sup>3</sup>/h sera quant à lui déversé directement vers le milieu naturel via une conduite de décharge DN400 prévue à cet effet. Cette conduite permettra également l'évacuation des effluents de by-pass général le cas échéant.

**Extension :**

L'écrêtage devra comporter un module de limitation des débits à 2 débits équivalents pour l'alimentation de chaque file de traitement biologique.

Il s'agit de compléter le système par un module à masque supplémentaire. Le module en place devra être révisé voir remplacé selon le projet d'extension.

**3.8 Traitement physico-chimique**

**Pour la déphosphatation physico-chimique**, nous prévoyons l'injection de chlorure ferrique par 2 pompes doseuses (dont 1 en secours), soutirant le réactif depuis 3 cubi-containers de 1 m<sup>3</sup> (autonomie env. 30 jours).

Ces cubi-containers seront d'accès facile pour un remplissage par camion et de manutention simple par transpalette.

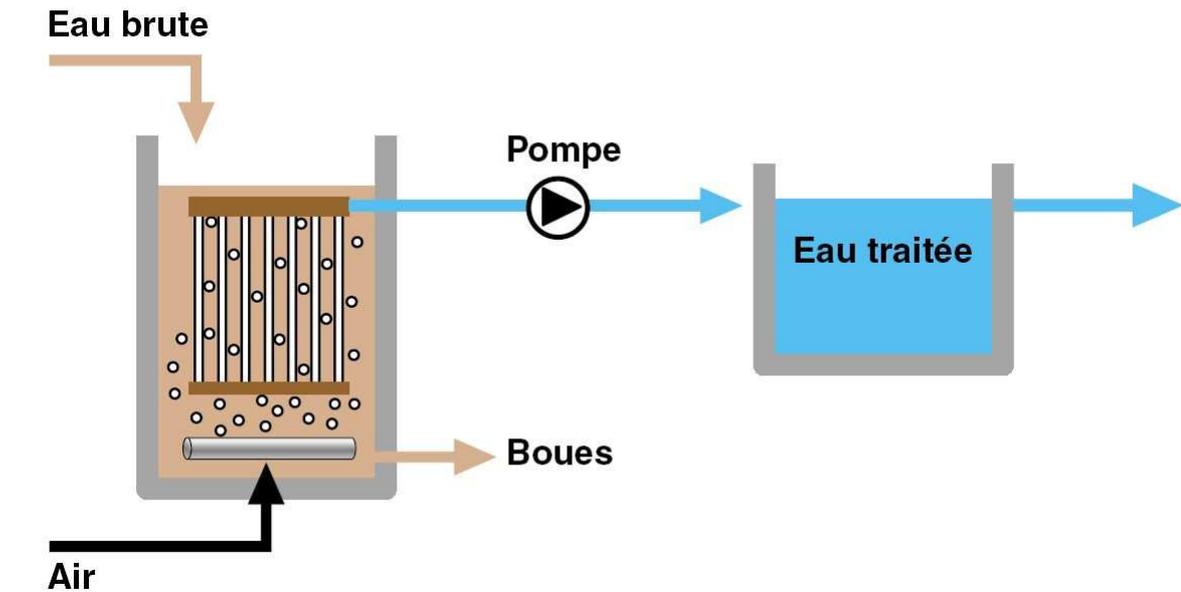
**3.9 Traitement membranaire**

**Membranes de filtration :**

**L'installation membranaire assure les fonctions de clarification, filtration et désinfection en une seule étape dans les cassettes de filtration.** Le seuil de coupure des membranes se situe à 0,040 microns, ce qui permet d'éliminer les bactéries, germes, et une grande partie des virus.

La mise en œuvre de cet équipement nous permet de vous garantir de meilleures normes de rejet en sortie de station, et **vous permet de vous affranchir des étapes de désinfection UV et de traitement tertiaire de filtration.**

La filtration membranaire est assurée par la mise en œuvre de 2 files de traitement, comprenant chacune une **cassette de 44 modules.**



### Dispositif d'aération des membranes :

Le système d'aération des membranes est destiné à diffuser de l'air sous forme de grosses bulles à l'aide de rampes perforées intégrées aux cassettes juste en dessous des modules des membranes. Le but de cette aération est :

- De décolmater la surface des fibres par effet de cisaillement
- D'agiter les fibres
- De créer un mouvement d'eau par "spiral flow", ce qui permet de déconcentrer la boue présente dans le paquet de fibres en aspirant la boue moins concentrée venant de dessous.

L'aération des membranes est assurée par la **mise en place de 3 surpresseurs capotés** (dont 1 en secours) installés dans un local.

Chaque file est associée à un surpresseur, le troisième est installé en secours des deux autres.

### Alimentation des Ultrabox :

L'alimentation des Ultrabox est assurée par **3 pompes (une par ultrabox)** dont une en secours d'un débit unitaire maximum de 463 m<sup>3</sup>/h. Les pompes sont équipées de **variateurs de vitesse** permettant d'asservir le débit d'alimentation en fonction du débit d'eau brute.

Il est prévu un **comptage du débit des boues par débitmètres électromagnétiques**.

Le débit de 463 m<sup>3</sup>/h permet une recirculation à 400% des débits d'entrée.

### Recirculation :

La recirculation des boues s'effectue gravitairement depuis la surverse de trop plein des ultrabox vers la zone d'aération via un canal de recirculation associé à une conduite DN400 qui achemine les effluents recirculés vers l'arrivée des eaux brutes dans le bassin d'aération **pour un mélange optimal** et éviter l'aspiration en boucle des effluents du BA.

Recirculer les boues issues des ultrabox est nécessaire, d'une part pour maintenir une concentration suffisante dans le bassin biologique, et d'autre part pour assurer une perméabilité optimale des membranes.

**Extraction des perméats / rétrolavage :**

La filtration se fait par passage de l'eau à travers la membrane, de l'extérieur vers l'intérieur de la fibre, grâce à une différence de pression entre les deux parois de la membrane, créée par des pompes de succion (une par cassette), communiquant côté paroi interne et aspirant le liquide à filtrer. Ces sont les mêmes pompes qui assurent les débits de rétrolavage automatique des membranes depuis la bêche d'eau traitée.

**Notre offre prévoit la mise en place de 3 pompes à lobes (une par ultrabox) dont une en secours de débit compris entre 0 et 93 m<sup>3</sup>/h fonctionnant en double sens et sur variateur de fréquence.** Le débit des pompes est asservi au débit entrant sur la station.

**Réactifs de lavage des membranes :**

Le dispositif de membrane présente un colmatage potentiel dans le temps. Pour annuler cette baisse de rendement, il est prévu 2 niveaux distincts de lavage :

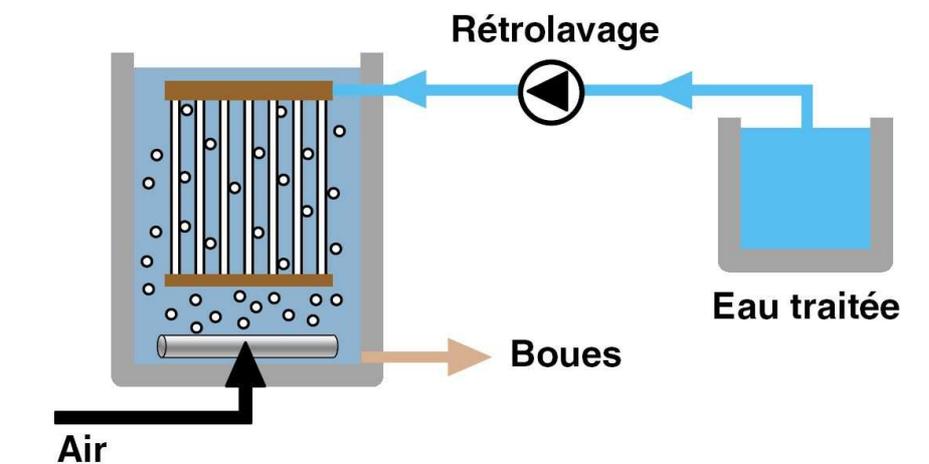
- Les **nettoyages de maintenance** (2 fois par semaine) pour prévenir le colmatage précoce de la membrane.
- Les **nettoyages de régénération** (2 à 3 fois par an) pour régénérer les membranes après une longue période d'utilisation.

**Les nettoyages de maintenance** se réalisent automatiquement durant la marche de l'installation. L'eau de lavage est additionnée de réactifs, **acide citrique et javel dilués et injectés en ligne** sur le refoulement des pompes de rétrolavage.

**Les nettoyages de régénération** également automatisés, utilisent aussi de l'eau de javel et de l'acide citrique mais à des concentrations plus élevées que les lavages de maintenance. La filtration doit être stoppée sur l'ultrabox concernée.

Suite au lavage de régénération, il est prévu une neutralisation des effluents de lavage dans l'ultrabox par **l'ajout de soude et de bisulfite de sodium**.

Une **pompe de vidange** dont une en secours en stock permet alors la vidange de l'ultrabox après neutralisation directement dans le bassin d'aération.



**Pour assurer ces différentes étapes, notre offre prévoit la mise en place de cuves de 200 litres d'acide citrique et de javel dans un local.** L'injection de ces réactifs sur les canalisations de rétrolavage est réalisée par l'intermédiaire de **2 x 2 pompes doseuses (dont une en secours)**.

**Notre offre prévoit également la mise en place de cuve de stockage de 200 litres des réactifs de soude et de bisulfite de sodium dans ce local.** Quatre robinets situés au niveau de chacune des ultrabox sur la plate-forme supérieure du bassin permettent l'acheminement des réactifs lors des lavages de maintenance par l'intermédiaire de 2 x 2 pompes doseuses (dont une en secours).

La conception de notre bâtiment a été pensée pour faciliter la mise en œuvre de fûts ou de cubi-containers, laissant ainsi le choix selon le mode de livraison possible sur l'île.

#### **Bâche d'eau traitée :**

L'eau issue de la filtration membranaire est amenée dans une bâche d'eau traitée dimensionnée selon les besoins de retro-lavage. L'eau traitée s'écoule par l'intermédiaire d'un trop plein DN300 vers la cuve de stockage arrosage de 150m<sup>3</sup>. Le trop plein de cette cuve est ensuite raccordé vers un bac d'eau traitée avec des galets disposé le long du local d'exploitation afin de pouvoir montrer lors des visites la qualité d'eau traitée. Ce bac sera relié au regard de rejet qui amène les effluents de sortie vers la Mangrove.

#### **Comptage des eaux traitées :**

Le comptage des effluents traités est assuré par un **débitmètre électromagnétique installé entre la bâche eau traitée et la cuve de stockage arrosage.**

#### **Extension :**

Dans l'optique d'extension, nous prévoyons l'emplacement disponible pour l'installation d'une cassette à membrane (Ultrabox) supplémentaire.

Ainsi les pompes de secours installées (recirculation et extraction perméats/rétrolavages) seront associées à cette troisième file de filtration.

Les pompes de secours seront à prévoir en caisse et stockée en atelier.

**Pour l'extension, cette modification sans coût supplémentaire en GC permettrait d'assurer le traitement jusqu'à 5 000 EH** en charge organique pour un phasage optimal à l'adaptation du traitement biologique et de filtration membranaire à 9 000 EH.

### **3.10 Traitement des boues**

#### **Extraction des boues :**

Nous prévoyons une extraction des boues au moyen de deux pompes immergées dans le bassin d'aération de marque FLYGT, type CP 3085 438, avec un débit nominal de 40 m<sup>3</sup>/h à 3 mCE.

L'évacuation des boues sera contrôlée par démarrage automatique ou manuelle. L'opérateur devra cependant s'assurer du choix d'un lit de séchage et de l'ouverture de la vanne ¼ de tour à l'entrée du lit préalablement au démarrage des pompes à extraction.

#### **Déshydratation des boues :**

Lits de séchage plantés de roseaux : voir note technique sur le rhizocompostage à la suite de ce document.

#### **Extension :**

L'extension à 9000 eH a été étudiée. L'emprise au sol de la 2<sup>ème</sup> tranche de lits plantés de roseaux (900 m<sup>2</sup>) est visible dans le dossier Plans Boulari « Boulari extension ».

### **3.11 Traitement des odeurs**

Notre offre ne nécessite pas de système de désodorisation pour les raisons suivantes :

- Les refus de prétraitement sont compactés et ensachés dans un local ventilé,
- Les boues sont déshydratées par rhizocompostage garantissant « zéro odeur ».

### 3.12 Ouvrages complémentaires

#### Bâtiment d'exploitation :

La station de traitement des eaux usées est conçue de façon à ce que l'ensemble des ouvrages fonctionnels (sujets à l'intervention de personnel exploitant) soit couvert.

Nous avons alors conçu ce bâtiment **en « bloc » compact** pour faciliter la gestion au quotidien de l'installation par le personnel. Le bâtiment est constitué des locaux suivants :

#### Au sous-sol, accessible via des escaliers et rampe d'accès :

- Local de pompage (pompes de recirculation, d'extraction des boues et vidange ultrabox)

#### Au rez-de-chaussée :

- Local surpresseurs
- Local électrique
- Local réactifs/atelier/remise/bennes à déchets
- Local d'exploitation comprenant :
  - commande/supervision/réunion
  - Laboratoire
  - Sanitaires/Vestiaires/Douches

#### A l'étage :

- Prétraitements couverts
- Accès via une passerelle aux cassettes à membranes, couvertes

**Nota :** la disposition des locaux pourra être revue pour permettre une meilleure prise en compte du risque de houle cyclonique, et selon les souhaits du maître d'ouvrage.

-

#### Poste toutes eaux :

Création d'un poste toutes eaux équipé de 2 pompes de 35 m<sup>3</sup>/h dont une pompe en secours, pour le relèvement des filtrats vers les tamis, y compris les eaux usées des locaux d'exploitation et eaux de lavage.

### 3.13 Mesures de débit

Nous prévoyons l'installation de mesures de débit pour les flux suivants :

- Par débitmètre électromagnétique :
  - Effluents bruts, sur la conduite de refoulement en amont du tamisage
  - Poste toutes eaux, sur la conduite de refoulement en amont des tamis
  - Extraction des boues en excès vers les lits plantés de roseaux
  - Recirculation des boues, sur la conduite de refoulement
  - Eaux traitées sur la conduite vers la réservoir arrosage
- Par lame déversante :
  - Effluents by-passés au niveau du trop plein du caniveau d'écrtéage des débits, par mesure sur seuil déversant
- Par compteur :
  - Eau industrielle, sur la conduite de refoulement
  - Eau potable, sur la conduite d'arrivée

### 3.14 Auto-contrôle

Conformément au cahier des charges, notre offre prévoit la mise en place de **préleveurs d'échantillons réfrigérés, thermostatés, multi flacons** :

- Préleveur automatique fixe - pour l'effluent brut, installé en amont des tamis rotatifs et en amont des retours en tête
- Pour l'effluent traité, installé au niveau de la bêche d'eau traitée ou du réservoir arrosage

Notre offre prévoit également la possibilité de réaliser des prélèvements manuels sur les boues recirculées (vannes  $\frac{1}{4}$  de tour installées sur les conduite pour prise d'échantillons).

### 3.15 Asservissement

L'asservissement sera assuré par **deux automates programmables** pilotant la filière de traitement de l'eau et la filière de traitement des boues.

Ces automates communiquent avec une baie de disques durs à **sauvegarde automatique**.

Notre offre prévoit également l'installation en salle de contrôle d'un micro-ordinateur équipé des logiciels et périphériques nécessaires (écran couleur, lecteur CD-ROM, imprimante jet d'encre couleur...).

La supervision est assurée par l'intermédiaire d'un micro-ordinateur équipé d'un logiciel de supervision **TOPKAPI Vision** (contrôle-commande).

La tétésurveillance est assurée par un SOFREL S550.

**Le logiciel de supervision TOPKAPI Vision est un logiciel propre à France Assainissement, incontournable dans le traitement de l'eau et développé pour une gestion simple, efficace et optimale des ouvrages de traitement.**

**DEVERSOIR D'ORAGE**

## **4. DEVERSOIR D'ORAGE**

Le poste de relevage des eaux usées à l'entrée de la parcelle de la step (voir plan masse) est équipé d'un Déversoir d'Orage (DO) dimensionné pour évacuer un débit de pointe horaire supérieur à 160 m<sup>3</sup>/h pour permettre de prétraiter un débit au moins égal à ce dernier (cf. PFD et note complémentaire SECAL du 24/10/07).

### **4.1 Appareillages**

Le dessableur et le poste de relevage sont équipés chacun d'un DO comprenant une évacuation en PVC EU gravitaire DN250 (voir plan Dessableur-Poste de Relevage STEP Boulari 4500 eH).

### **4.2 Hydraulique**

Le fil d'eau DO du dessableur et du PR est situé à la cote – 0,30 NGNC avec une arrivée gravitaire des eaux usées à – 0,50 NGNC (courrier SECAL du 23/11/07).

Les deux DO sont raccordés à la conduite PVC DN300 EP existante en bordure de parcelle.

DESSABLEUR AMONT

## **5. DESSABLEUR AMONT**

Pour le dimensionnement du dessableur, nous avons pris une charge superficielle de  $50 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  pour un débit de pointe basé sur l'extension à 9000 eH, soit  $270 \text{ m}^3/\text{h}$ . Le rendement sera de l'ordre de 90% de rétention de grains d'une taille supérieure à 0,2 mm :

- **Surface =  $Q_p (\text{m}^3/\text{h}) / 50 (\text{m}^3/\text{h})$**

On obtient ainsi une surface spécifique de **5,4 m<sup>2</sup>**. Cela correspond à un diamètre de 2,60 m.

Le fil d'eau d'arrivée des EU étant à la côte – 0,50 NGNC et la côte terrain NGNC du futur ouvrage étant à 2,50 NGNC ; nous avons prévu une cuve cylindro-conique béton à une profondeur de 4,50 m.

Le curage des sables sera réalisé de façon régulière par hydrocureuse.

### **5.1 Appareillages**

- **1 cuve cylindro-conique en béton armé enterrée**

- Diamètre : 2,60 m
- Profondeur : 4,50 m

### **5.2 Hydraulique**

Raccordement de la cuve béton cylindro-conique en PVC EU DN 250 au réseau EU (côte fe = -0,50 NGNC).

**RELEVAGE GENERAL**

## 6. RELEVAGE GENERAL

Le poste de relevage permet collecter l'ensemble des effluents arrivant gravitairement ou sous pression du réseau d'eaux usées de la Commune de Boulari et de les relever vers les prétraitements de la station d'épuration. Ce PR est muni de 2 pompes dont une en secours de débit unitaire 160 m<sup>3</sup>/h. Ces pompes sont équipés de variateur de fréquence pour limiter les à-coups hydrauliques. L'asservissement des pompes est réalisé avec la mesure de débit eau brute.

Le fonctionnement du poste sera asservi en continu aux mesures de niveaux dans celui-ci. Le poste sera équipé d'une mesure de niveau Ultrasons et de deux poires de niveaux de sécurité (NTB & NTH) pour protéger les pompes.

### Extension future :

En extension future, une pompe supplémentaire de 200 m<sup>3</sup>/h sera prévue pour relever les débits souhaités. Le secours sera assuré par le remplacement d'une pompe existante par une pompe 200 m<sup>3</sup>/h.

### 6.1 Appareillages

- **1 cuve rectangulaire de volume total 40 m<sup>3</sup> (volume utile 11 m<sup>3</sup>) en béton armé**
  - Largeur : 3,00 m
  - Profondeur : 4,50 m
- **2 pompes submersibles :**
  - Marque Flygt
  - Type NP 3127 MT 437
  - Débit nominal 160 m<sup>3</sup>/h
  - Hmt 9 mCE
  - Puissance 5,9 kW
- **Accessoires de manutention : 7m de chaîne charge maxi. 200 kg, manilles et crochet + 2x3 m barres de guidages inox**
- **2 sondes ultrasonic Siemens NH & NB et sécurité par poire de niveau (NTH et NTB)**

### 6.2 Dimensionnement

Le poste de relevage est dimensionné sur la base extension 9000 eH en ce qui concerne le Génie Civile, soit un débit de pointe horaire de 270 m<sup>3</sup>/h. L'équipement de pompage se base sur une charge de 4500 eH, soit un débit de pointe horaire de 160 m<sup>3</sup>/h.

Le volume utile exigé de la bêche de refoulement entre le niveau démarrage du 1<sup>er</sup> groupe de pompage et le niveau d'arrêt des groupes est donné par la formule :

$$V \text{ (m}^3\text{)} = [ (Q_p \times T) / 4 \times n ] \times 3600$$

Avec T/n : exprimé en fraction d'heure représente la période minimale séparant deux démarrages ; Flygt recommande une fréquence de 1/6, ie 6 démarrages par heure.

Ainsi,  $V = (270 \times 6) / 4 \times 6 = 11,25 \text{ m}^3$

La côte de terrain d'emplacement du futur PR est à 2,50 NGNC avec une côte fil d'eau à -0,50 NGNC. A partir de ces données, nous proposons une bêche de relevage de profondeur 4,50 m avec une hauteur de marnage d'environ 1,25 m, soit un volume utile de  $1,25 \times 3,00 \times 3,00 = 11,25 \text{ m}^3$  correspondant bien aux exigences du dimensionnement et un temps de séjour moyen dans le poste de 2,5 mn.

**PRETRAITEMENTS**

## 7. PRETRAITEMENT DES EFFLUENTS

### 7.1 Introduction

La mise en œuvre d'un procédé membranaire exige la plus grande qualité de fonctionnement de l'étape des prétraitements. Afin de protéger l'intégrité des membranes, il est indispensable d'éliminer tous les matériaux fibreux par un tamisage fin des effluents.

Le prétraitement comprend :

- **2 tamis de marque EAU CLAIRE, dont 1 en secours intégral**

Notre choix s'est porté sur un tamisage fin pour les raisons suivantes :

- C'est un procédé à mailles de passage faibles (0,80 mm). Les mailles sont circulaires et ne sont pas des fentes. Les fentes laissent passer les éléments allongés, comme par exemple les fibres ;
- C'est un procédé qui présente de faibles pertes de charge ;
- Son exploitation est simple et fiable ;
- Le lavage à l'eau recyclée est intégré.

Les tamis sont des appareils **simples, silencieux et compacts**. Ils sont entièrement capotés ce qui améliore la sécurité et diminue les problèmes d'odeurs.

Ils présentent un ensemble ergonomique, assurant une reprise **hygiénique** des déchets. L'exploitant n'a ainsi qu'un seul déchet à gérer et à évacuer aux ordures ménagères.

Les tamis sont installés à l'extérieur sur dalle couverte.

Les déchets sont stockés en containers installés dans un local fermé et ventilé, situé juste en dessous des tamis au rez-de-chaussée.



*Installation extérieure d'un tamis avec compacteur intégré*

## 7.2 Mise en œuvre

Les deux tamis sont installés sur une dalle haute en béton, couverte et d'accès direct depuis le local de commande. Les tamis rotatifs sont équipés **d'une vis de compactage intégrée** à chaque appareil.

La vis de compactage installée assurera le convoyage et le compactage des refus vers une goutlotte commune d'amenée des déchets vers l'ensacheur situé en son extrémité.

Les déchets ensachés sont stockés dans **deux containers de 660 l**, placés dans un local fermé et ventilé, situé sous la dalle des tamis.

Les tamis peuvent admettre 100 % du débit maximum admissible, soit 160 m<sup>3</sup>/h fiabilisant ainsi le procédé de prétraitement.

Nous ne prévoyons pas de by-pass des tamis, mais **l'installation d'un secours intégral**, ce qui garantit la fiabilité du traitement membranaire.

Les eaux brutes prétraitées transitent dans un canal d'écrêtage des débits où un module à masque permet de limiter le débit du traitement biologique à 120 m<sup>3</sup>/h.

Le sur-débit est envoyé directement en milieu naturel par l'intermédiaire d'une conduite de trop plein prévu à cet effet. Cette conduite sert également de by-pass si nécessaire.

Toutefois, sur votre demande, nous pouvons prévoir un dispositif d'écrêtage permettant la limitation au débit maximum de 160 m<sup>3</sup>/h pendant 1 jour par semaine et par mois. En effet, **le processus de traitement biologique et de filtration membranaire installé permet de traiter un débit allant jusqu'à 160 m<sup>3</sup>/h pendant 1 jour par semaine et par mois.**

## 7.3 Caractéristiques techniques

### Tamisage :

<b>Tamis principal</b>		
Type		Rotatif à maille
Nombre	-	2
Débit admissible nominal	m <sup>3</sup> /h	120 à 160
Débit maximum	m <sup>3</sup> /h	200
Diamètre du tambour	mm	800 mm
Longueur du tambour	mm	2 000 mm
Perforation – trous ronds	mm	0,80
Seuil de coupure	mm	0,40
Débit eau de lavage du Tambour filtrant	m <sup>3</sup> /h	2,60
Pression d'eau de lavage nécessaire	bars	5
<b>Tambour filtrant</b>		
Puissance installée / absorbée	kW	0,75 / 0,70
Temps de fonctionnement en Temps sec	h	9 et 6,75
<b>Compacteur à vis</b>		
Puissance installée / absorbée	kW	0,75 / 0,70
Temps de fonctionnement en Temps sec	h	9 et 6,75

#### 7.4 Fonctionnement du secours

Les deux tamis sont installés en parallèle, avec vannes d'isolement prévues en amont. Chaque tamis est alors by-passable par ce jeu de vannes, les effluents étant alors dirigés en totalité vers le second tamis.

En cas de colmatage d'un tamis, la bride de trop-plein est raccordée à la bride d'alimentation du second tamis, et vis et versa.

Les deux tamis sont équipés de sonde de niveau, activant une alarme en cas de colmatage anormal.



*Tamis avec compacteur intégré*

**TRAITEMENT BIOLOGIQUE**

## 8. TRAITEMENT BIOLOGIQUE

### 8.1 Introduction

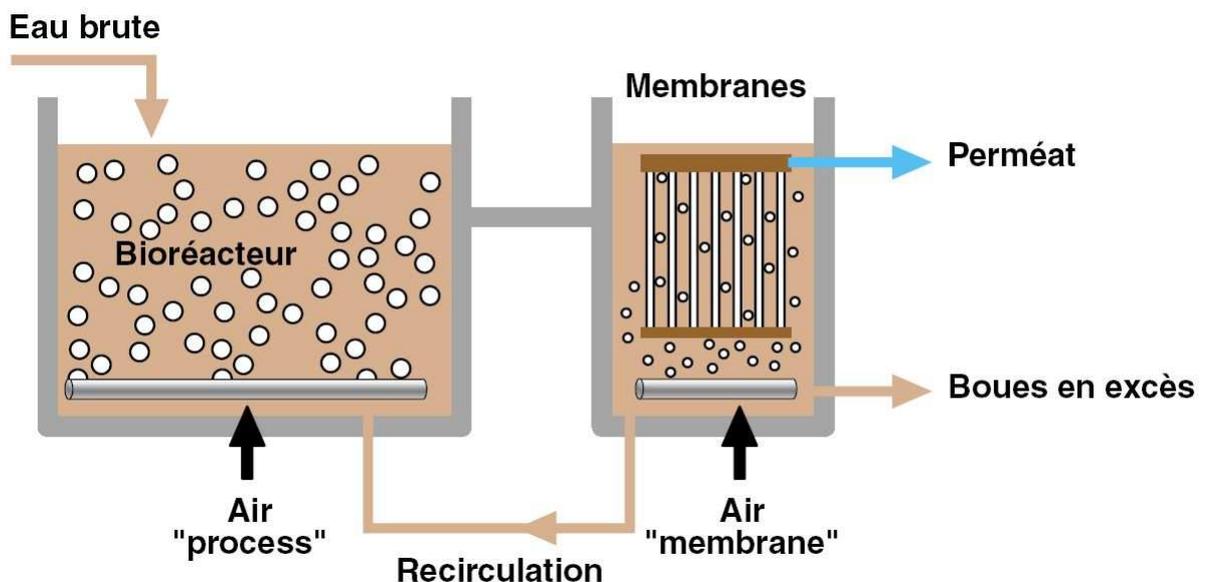
Le traitement par bioréacteur à membranes organiques s'effectue en deux étapes :

- Un traitement biologique,
- Une filtration membranaire sur 2 lignes, en lieu et place de la clarification conventionnelle et d'une éventuelle désinfection UV et traitement tertiaire du phosphore.

Le traitement biologique s'effectue suivant le même process qu'une station en boues activées classique.

Pour plus d'ergonomie, le traitement biologique s'effectue dans une zone distincte de la filtration membranaire. C'est au cours du traitement biologique qu'ont lieu les réactions de nitrification, de dénitrification, d'oxydation de la DBO (Demande Biochimique en Oxygène) et d'élimination du phosphore, par voie biologique et physico-chimique.

Les différentes zones nécessaires au traitement grâce à leur recirculation associée travailleront à des concentrations en boues différentes. Il existera donc une recirculation des liqueurs mixtes afin d'éviter la concentration trop importante de ces dernières à proximité des membranes.



L'intérêt de cette configuration est :

#### Technique

- Eviter l'introduction d'air dans le bassin d'aération lors des phases anoxiques,
- Optimiser les conditions d'aération des membranes dans un volume dédié,
- Maîtriser le gradient de concentration des boues par les pompes de recyclage.

#### Ergonomique

- Simplifier les opérations d'entretien

## 8.2 Réacteur proposé

Les eaux brutes, après prétraitement, arrivent dans une zone d'aération de 590 m<sup>3</sup>.

Le bassin d'aération est de forme rectangulaire, de façon à s'intégrer pleinement dans le bâtiment prévu.

Les ouvrages sont également conçus dans l'optique d'une **accessibilité simple** et d'une **exploitation optimisée**.

Caractéristiques	Unités	
Longueur	m	11,80
Largeur	m	9,10
Hauteur liquide	m	5,50
Volume participant au processus biologique	m <sup>3</sup>	590

## 8.3 Caractéristiques de fonctionnement

Caractéristiques	Unités	
Volume de bassin	m <sup>3</sup>	590
Volume nominal des ultrabox	m <sup>3</sup> /U	25
Volume maxi des ultrabox	m <sup>3</sup> /U	30
Concentration en MS dans les bassins	g MS/l	6,4
Concentration moyenne en MS dans les ultrabox	g MS/l	8
Charge volumique	kg DOB <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> .j	0,42
Charge massique (MS)	kg DOB <sub>5</sub> / kgMS.j	0,07
Charge massique (MV)	kg DOB <sub>5</sub> / kgMV.j	0,13

### **Production des boues biologiques :**

La production de boues dans le système est issue :

- des matières minérales présentes dans l'effluent brut
- des matières organiques non bio-dégradables (cellulose)
- de la masse de bio-organismes formée lors de l'élimination de la pollution carbonée et azotée.

Caractéristiques	Unités	
Poids des boues biologiques	kg/j	246
Pourcentage des MVS dans les boues biologiques	%	60
Poids des boues physico-chimiques	kg/j	51
Pourcentage des MVS dans les boues physico - chimiques	%	0
Poids total des boues à traiter théorique	kg/j	297
Poids total de boues à traiter réel (coef 0,9)	kg/j	267
Pourcentage des MVS dans les boues à traiter	%	50

### Age des boues dans l'aération :

Le taux de croissance des bactéries assimilant la pollution carbonée est plus élevé que celui des bactéries nitrifiantes. Il faut donc privilégier le développement des bactéries nitrifiantes.

Pour cela, il convient d'assurer un temps de séjour des boues dans le système supérieur à la vitesse de croissance des bactéries nitrifiantes.

### Température :

La température des effluents prise en compte est de **25°C**, l'âge des boues nécessaire devant être de 8 jours minimums pour un système biologique en fonctionnement.

Caractéristiques	Unités	
Age de boues sur volume biologique global	j	13,9
Temps de séjour hydraulique (*)	h	14,2
Température de l'effluent	°C	25

$$(*) : T_{ps} = \frac{\text{volume}_{total}}{\text{Débit}_{moyen}_{journalier}} = \frac{590 + 50}{1080/24} = 14,2h$$

## 8.4 Bilans de l'azote

### Nitrification :

Les micro-organismes responsables de l'oxydation de l'ammoniaque (nitrification) appartiennent à deux groupes très spécifiques :

- Nitrosobactéries (genre Nitrosomonas) : oxydation de l'ammoniaque en nitrite
- Nitrobactéries (genre Nitrobacter) : oxydation du nitrite en nitrate

Ces micro-organismes sont strictement aérobies mais sont surtout caractérisés par un métabolisme autotrophe vis à vis du carbone, c'est à dire qu'ils synthétisent leur matière vivante à partir de carbone minéral (carbonates).

Ce métabolisme particulier entraîne un temps de génération (temps nécessaire au doublement de la population) très long (de l'ordre de 15 heures sous des conditions de croissance optimales contre 0,5 à 2 heures pour les bactéries hétérotrophes dégradant la pollution carbonée).

Ce faible taux de croissance va impliquer un âge de boues important pour que les populations nitrifiantes se maintiennent.

D'autre part, ces micro-organismes sont mésophiles (optimum vers 30°C) et vont donc être extrêmement sensibles aux baisses de température surtout en ce qui concerne leur vitesse de croissance. Ainsi, une population préexistante pourra maintenir une activité nitrifiante correcte lors d'une baisse de température (<10°C), par contre il est très difficile de générer de nouvelles bactéries.

Le NTK à éliminer dans le système est la différence entre le NTK de l'eau brute et le NTK admis au rejet.

L'azote à nitrifier est la différence entre l'azote entrant dans le système et la somme de l'azote assimilé par les bactéries, l'azote non nitrifié au rejet, l'azote résiduel dur et de l'azote particulaire.

Caractéristiques	Unités	
N-NTK à traiter		
- Flux ①	kg/j	68
- Concentration	mg/l	63
N-NTK non nitrifiable ②	kg/j	2,00
N-NH4 au rejet ③	kg/j	1,08
N-NTK assimilé par les bactéries④	kg/j	12
N à nitrifier ⑤= ① - ② - ③ - ④	kg/j	47,92
Cinétique maximale de nitrification	g N-NTK/kg MVS.h	4,26
Cinétique de nitrification retenue	g N-NTK/kg MVS.h	2,11

En considérant une cinétique de nitrification à 25°C, cette quantité d'azote sera nitrifiée dans le réacteur biologique en phase d'aération.

Cinétique de nitrification	g N-NTK/kg MVS.h	2,11
Quantité de MVS en aération	kg MVS	253
Azote à nitrifier	kg/j	47,92
Temps de nitrification (aération) nécessaire	h/j	12,45
Temps d'aération réel	h/j	12,55

### **Dénitrification :**

La dénitrification par voie biologique hétérotrophe est une réduction du nitrate en azote gazeux via une série d'intermédiaires :



Les nitrates jouent le rôle d'accepteur final d'électrons à la place de l'oxygène. Cela reste donc un métabolisme aérobie malgré la stricte absence d'O<sub>2</sub> dissous.

Ainsi la dénitrification hétérotrophe nécessite pour se réaliser la présence de pollution carbonée qui peut être puisée directement dans l'eau brute ou ajoutée (éthanol, méthanol, etc.). En outre, une dénitrification dite endogène peut se mettre en place basée sur la seule demande en oxygène des boues pour maintenir leur métabolisme. Il est évident que cette dernière voie se traduira par des cinétiques plus faibles que celles obtenues sur source carbonée, cependant, elle est d'une importance majeure dans l'efficacité des stations d'épuration.

### **Les micro-organismes impliqués :**

Les micro-organismes impliqués dans la dénitrification appartiennent aux principaux genres bactériens hétérotrophes. Ainsi les genres Acinetobacter, Pseudomonas, Alcaligenes, Bacillus ou Moraxella très fréquents dans les boues activées ont une activité dénitrifiante.

Cette abondance de germes impliqués permet d'assurer la dénitrification dans une vaste plage de conditions de l'environnement:

- Température de 0 à 70°C
- pH de 6,5 à 8,5
- Age des boues variable

La principale contrainte est liée au maintien d'une concentration en oxygène dissous nulle. En effet, l'oxygène intervient à la fois en compétition avec le nitrate comme accepteur final d'électron et en inhibiteur du système "nitrate respiratoire".

L'azote global en sortie est composé de NTK non nitrifié et de nitrates.

Azote global admis au rejet	kg/j	15
Azote total Kjeldhal au rejet	kg/j	1,0
N-NO <sub>3</sub> au rejet	kg/j	14

L'azote à dénitrifier est la différence entre N-NO<sub>3</sub> dans le réacteur et le N-NO<sub>3</sub> admis au rejet.

N-NO <sub>3</sub> dans le réacteur	kg/j	53
N-NO <sub>3</sub> admis au rejet	kg/j	14
N-NO <sub>3</sub> à dénitrifier	kg/j	39

**Dénitrification en zone aérée :**

Vitesse de dénitrification	g-N-NO <sub>3</sub> /kg MVS.h	2,29
Quantité de MVS en aération	kg MVS	253
Temps de dénitrification (arrêt de l'aération) nécessaire	h/j	10,85
Temps d'arrêt réel en aération pour assurer la dénitrification	h/j	12,55

**Vérification des cycles oxygénation/anoxie dans la cellule endogène :**

Aérobie	h/j	12,55
	nb. cycles	6
	h / cycle	2,09
Passage en Anoxie	h/j	0,6
	nb. cycles	6
	h / cycle	0,1
Anoxie stricte	h/j	10,85
	nb. cycles	6
	h / cycle	1,80
Total	h/j	24

Les cycles retenus permettent des temps d'aération et d'anoxie stricte supérieurs à ceux nécessaires pour respecter les normes de rejets, ceci permet de fiabiliser le traitement.

### 8.5 Besoins en oxygène par jour

Les besoins en oxygène réclamés par l'élimination de la pollution carbonée et azotée se décomposent en :

- Besoins nécessaires à la synthèse cellulaire de micro-organismes, proportionnels à la masse de la pollution carbonée assimilée,
- Besoins consommés pour l'énergie d'entretien des micro-organismes présents dans le réacteur biologique appelés consommation par respiration endogène,
- Besoins nécessaires à l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrates au cours de la phase de nitrification.

Quantité O <sub>2</sub> pour éliminer la pollution carbonée	kg/j	180
Quantité O <sub>2</sub> pour respiration endogène	kg/j	228
Quantité O <sub>2</sub> pour nitrification	kg/j	240
Quantité récupérée pendant la dénitrification	kg/j	123
Quantité O <sub>2</sub> totale à fournir hors membrane	kg/j	525
Quantité O <sub>2</sub> récupérée du système membranaire	kg/j	82
Besoins effectifs journaliers	kg/j	443
Quantité O <sub>2</sub> en pointe à fournir	kg/j	41
<b>Quantité O<sub>2</sub> en pointe installée</b>	<b>kg/h</b>	<b>46</b>
Temps fonctionnement	h/j	12,55
Quantité O <sub>2</sub> totale à fournir	kg/j	443
Quantité O <sub>2</sub> totale en pointe installée	kg/j	577,30

#### Dispositif de diffusion d'air :

Type de diffuseurs : membranes caoutchouc type FLEXAZUR-T par paires de 1,50m de long sur antennes relevables.

Rendement des diffuseurs (*)	%	26,80
Capacité d'oxygénation en conditions standards (pour 1 Nm <sup>3</sup> d'air contenant 300 g d'oxygène)	g/Nm <sup>3</sup>	80,42
Coefficient de transfert		0,48
Capacité d'oxygénation dans les conditions réelles	g/Nm <sup>3</sup>	38,6
Volume air à fournir à pleine charge	Nm <sup>3</sup> /j	14 956
Volume d'air à fournir en pointe	Nm <sup>3</sup> /h	1 192
Débit d'air retenu pour les surpresseurs	Nm <sup>3</sup> /h	1 195
Temps de fonctionnement surpresseurs	h/j	12,55
Nombre de FLEXAZUR	u.	138
Nombre de paires	u.	69
Nombre d'antenne	u.	3

(\*) à 5,25 m de hauteur d'eau totale.

Le relevage d'une antenne de diffuseurs d'air s'effectue par grutage sans nécessité d'arrêt du reste de l'installation, les surpresseurs et les membranes étant dimensionnés pour assurer 100% du débit avec 2 rampes installées sur 3.

**Dispositif de production d'air retenu :**

Type		surpresseurs AERZEN
Nombre	u.	2 dont 1 en secours
Débit à 675 mbars	Nm <sup>3</sup> /h	1 195
Puissance installée / absorbée aux bornes	kW unit	45 / 39
Temps de fonctionnement	h/j	12,55

Les surpresseurs sont capotés individuellement et installés dans un local.

**Asservissement :** sur sonde O<sub>2</sub> ou sur sonde Rédox ou sur cycle.

**Dispositif de brassage pour le bassin d'aération :**

La répartition superficielle du système d'aération est celle d'une **aération plancher**. Ceci nous permet de faire fonctionner le brassage pendant les phases d'arrêt de l'aération.

Pour homogénéiser les liqueurs dans le bassin d'aération, nous prévoyons la mise en place d'un agitateur à vitesse rapide :

Type		immergé, à <b>vitesse rapide</b> , à axe horizontal
Nombre	u.	1
Puissance installée / absorbée aux bornes	kW unit.	5,50 / 6,50
Puissance spécifique aux bornes	W/m <sup>3</sup>	11
Temps de fonctionnement	h/j	11,45

**Asservissement :** sur arrêt des surpresseurs

## **8.6 Traitement du phosphore**

Le phosphore sera traité par voie physico-chimique. Nous prévoyons le traitement par ajout de sel de fer. Notre filière membranaire, complétée par ce traitement physico-chimique, permet d'atteindre la teneur de rejet demandée.

**DEPHOSPHATATION PHYSICO-CHIMIQUE**

## 9. DEPHOSPHATATION PHYSICO-CHIMIQUE

Le phosphore non retenu par voie biologique sera éliminé par précipitation physico-chimique simultanée par ajout de chlorure ferrique dans la zone d'aération pour atteindre la norme de rejet requise.

### Calcul de la quantité de chlorure ferrique à injecter :

La quantité de phosphore soluble à éliminer est la différence entre le phosphore soluble à l'entrée et la somme du phosphore assimilé et rejeté.

Caractéristiques	Unités	
P en entrée (avec $\approx 3\text{g/EH}$ )	kg/j	14
P inerte en entrée	kg/j	3
P soluble en sortie	kg/j	2
P assimilé	kg/j	3
P soluble à précipiter	kg/j	6
Rendement déphosphatation	%	74
Rapport Fe / P		1,48
Quantité de Fe à injecter	kg/j	22

### Calcul de la quantité de réactif à injecter :

Caractéristiques	Unités	
Concentration de Fe dans le produit commercial	g/l	581
Quantité de produit à introduire	l/j	110
Densité du produit		1,41
Masse de produit consommé	kg/j	64

Le chlorure ferrique est stocké dans 3 cubi-containers d'un volume total de 3 m<sup>3</sup> mis en place dans le local réactif.

La livraison du chlorure ferrique s'effectue par cubitainer de 1000 l.

L'injection du sel de fer s'effectue par **pompe doseuse en Skid de dosage de sécurité "Sécudose"** soutirant le réactif depuis une cuve de stockage de 5 m<sup>3</sup> et le refoulant vers 2 points d'injection : zone d'anoxie et dans le bassin d'aération, zones de remous favorables à un mélange intime. **Le Skid comprend 2 pompes doseuses dont 1 en secours.**

Caractéristiques	Unités	
Chlorure ferrique nécessaire	l/j	110
Plage de débit de la pompe doseuse	l/h	0 - 24
Débit nominal	l/h	8,8
Temps de fonctionnement	h/j	12,55
Puissance installée / absorbée	kW	0,20 / 0,07
Capacité de stockage	m <sup>3</sup>	3
Autonomie nominale	j.	≈ 30

**Asservissement** : proportionnel au débit ou sur cycle.

**Calcul de la quantité de boues produites :**

La précipitation de phosphore par un sel métallique engendre une production de boues physico-chimiques.

Caractéristiques	Unités	
Quantité totale de boues physico -chimiques produites	kg/j	51

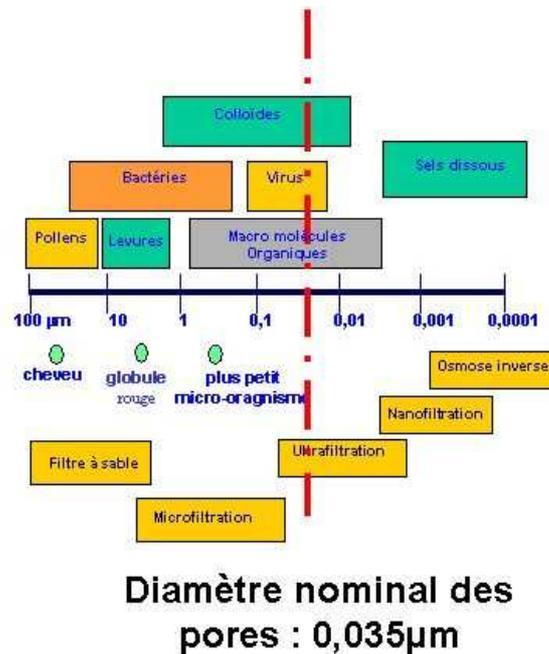
**FILTRATION MEMBRANAIRE**

## 10. FILTRATION MEMBRANAIRE

### 10.1 Principes

La solution membranaire permet de remplacer les étapes de clarification et un éventuel traitement tertiaire (filtration+UV) de désinfection des eaux traitées ; cette solution est donc particulièrement bien adaptée aux exigences du DCE et aux spécificités de la station d'épuration de BOULARI.

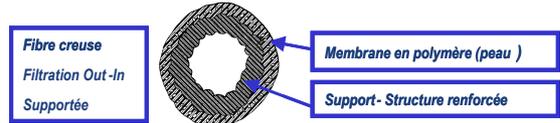
Les fonctions de clarification, filtration sur sable et désinfection, sont assurées, en **une seule étape**, dans les cellules de filtration des **réacteurs ULTRAFOR**.



#### Avantages :

- **Excellence de la qualité d'eau au rejet** (matières en suspension, abattement des germes pathogènes et virus), permettant de s'affranchir d'une filtration+désinfection UV
- **Simplicité d'exploitation,**
- **Insensibilité aux dysfonctionnements biologiques** (« bulking » ou boues filamenteuses),
- **Grande compacité des installations :** cette compacité (pas de bassin de clarification) est un atout sur un terrain nécessitant des fondations spéciales.

La membrane ZENON utilisée est en fibre creuse immergée (diamètre de fibres de 1,9mm) de filtration externe/interne.



Elle est en structure renforcée et elle est supportée. Les membranes possèdent des millions de pores à leur surface.

La fiabilité du système est élevée :

- Redondance élevée avec plusieurs dizaine de milliers de fibres par cassette ; la casse éventuelle d'une fibre n'a donc pas d'impact sur la qualité du perméat
- Nombre de connections aux collecteurs de perméat réduit ;

L'orientation des fibres et leur espacement sont définis de façon standard ce qui empêche un colmatage entre fibres par les boues ;



Le renforcement de la membrane réduit de façon très importante les casses potentielles. Celles-ci sont très facilement réparables.

La tolérance des fibres aux mouvements pendant le détassage à l'air est élevée. La membrane peut travailler sans risque à des concentrations élevées.

**Une fiabilité très élevée**  
**Une durée de vie maximale**

### **Bioréacteurs à membranes (Ultrafor)**

L'installation de traitement membranaire ULTRAFOR que nous vous proposons est constituée de :

- **2 files ou cellules de filtration** : la cellule de filtration (ultrabox) correspond au bassin dans lequel sont plongées les cassettes de filtration.
- **2 cassettes de filtration (1 cassette par ligne)** : 1 ensemble constitué de 44 modules (une cassette pleine comprend jusqu'à 48 modules ou éléments).
- **2 x 44 modules** : 2 x 44 modules de filtration constitués. Chaque module de filtration est composée de 2 200 fibres organiques, pour une surface de filtration de 1 390 m<sup>2</sup>. La surface totale de filtration est de 2 780 m<sup>2</sup> en place.

### **Suivi du fonctionnement et enregistrement des données de fonctionnement**

Conscient de la nouveauté des systèmes de traitement membranaire, et de l'automatisation du traitement, nous vous proposons un système de gestion et de suivi du fonctionnement du traitement membranaire. Ce système a pour objectif principal de fiabiliser le fonctionnement de votre traitement membranaire.

Le système permet :

- De mesurer les variables critiques du process,
- De détecter les problèmes,
- D'aider et de prévenir de sérieuses défaillances,
- De corriger les problèmes qui peuvent survenir.

Les mesures enregistrées sont des données de production, à savoir des flux, pressions de fonctionnement, températures, niveaux d'eau dans les Ultrabox, turbidité, cycle de régénération et maintenance, et autres données opérationnelles clés de la station.

### 10.1.1 Qualité de l'eau traitée

La filtration par membranes présente le **double avantage** de fournir une eau traitée de qualité bien supérieure à celle obtenue par traitement conventionnel grâce au seuil de coupure très bas de la membrane utilisée.

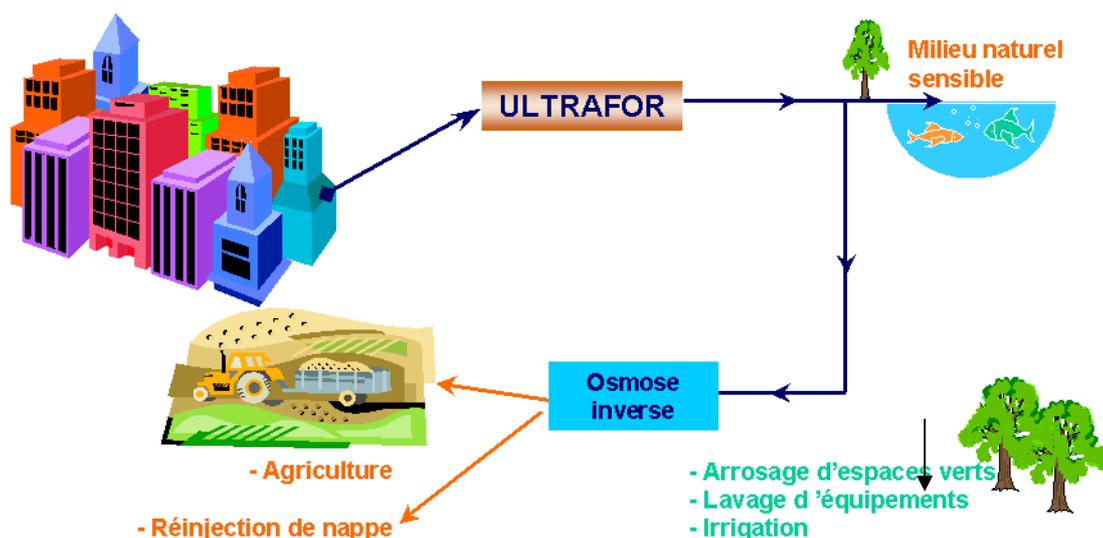
En effet, le spectre des matières en suspension arrêtées par la membrane est bien plus large que celui d'un filtre à sable de traitement tertiaire. Cela s'applique en particulier aux performances en abattement des germes (coliformes fécaux et totaux, œufs d'helminthes, certains virus, etc ...).

- **Le seuil de coupure est de 0,04 microns**, caractérisant le domaine de l'ultrafiltration ;
- De **qualité constante**, car il s'agit d'une barrière physique sur lequel repose la filtration membranaire.

Ce **double avantage est très précieux dans le cas des rejets en zone sensible**, comme pour la station de BOULARI où le rejet s'effectue dans une **zone naturelle protégée : le biotope de la mangrove**.

La mise en place d'un **traitement membranaire permet d'obtenir de meilleures garanties de traitement pour les paramètres DBO, MES, DCO, NGL et Pt**.

Elle pourrait, dans l'avenir proche, ouvrir sur des perspectives de **recyclage totale de l'eau traitée** s'inscrivant parfaitement dans la **logique de Développement Durable** de la Commune du Mont Dore.



### **10.1.2 Fiabilité**

Notre installation, qui comprend 2 lignes de filtration indépendantes présente un **taux de fiabilité accru** par rapport à une filière biologique simple file.



### **10.1.3 Minimisation des ressources nécessaires à l'exploitation**

La technologie membranaire ne requiert pas de compétence pointue en termes d'exploitation et maintenance. La qualification des opérateurs et agents de maintenance d'une station conventionnelle de traitement d'eaux usées, complétée par les formations dispensées par FRANCE ASSAINISSEMENT à la fin de la mise en route, sont tout à fait suffisantes pour assurer une exploitation correcte de la station proposée.

### **10.1.4 Indifférence vis à vis des flottants**

Le procédé Ultrafor consiste en une barrière physique infranchissable aux particules. De ce fait, le risque de flottation des boues ou « bulking » (en particulier dénitrifiantes) dans les clarificateurs conventionnels est éliminé et la qualité des eaux traitées est garantie.

### **10.1.5 Possibilité de réutilisation des eaux traitées**

La technologie Ultrafor permet aussi de répondre à beaucoup d'applications consommatrices d'eau non nécessairement potable. Citons comme exemples l'arrosage d'espaces verts, les zones de loisirs, le lavage d'équipements, le réseau incendie etc...

Notre offre intègre cet aspect avec la prise de l'eau industrielle nécessaire au fonctionnement de l'installation directement dans la bêche d'eau traitée.

**Notre offre prévoit également la mise en place d'un réservoir de stockage 150 m<sup>3</sup> d'eau traitée associée à un groupe de pompage immergé pour la valorisation de l'eau traitée en arrosage des espaces verts, stades...**

### **10.1.6 Pas de manipulation des membranes**

Pour permettre le lavage des membranes en place, sans manipulation, nous avons prévu de les installer dans des bâches en béton séparées du bassin d'aération, accolées à celui-ci, et revêtues de revêtement anti-acide.

De plus, suite aux lavages de régénération, il est prévu une neutralisation manuelle des effluents dans l'ultrabox par l'ajout de soude et de bisulfite de sodium. Une pompe de vidange spécifique permet alors la vidange de l'ultrabox directement dans le bassin d'aération après neutralisation.

## 10.2 Mise en œuvre et caractéristiques

Les caractéristiques de l'installation de filtration sont les suivantes :

Caractéristiques	Unités	
Nombre de lignes	u	2
Nombre de cassettes/ligne	u	1
Nombre de modules/cassette	u	44
Surface totale membranaire / cassette	m <sup>2</sup>	1 390
Surface totale membranaire	m <sup>2</sup>	2 780

Dans le cadre d'une éventuelle extension future, chaque cellule de filtration pourra accueillir 4 modules supplémentaires, soit au total 2 x 48 modules.

Dans la même optique, un emplacement réservé à l'installation d'une troisième cassette de filtration de caractéristiques identiques à celle en place est prévu dans notre offre.

### Cellule de filtration

La Cellule de filtration a la configuration suivante :

- Hauteur d'eau nominale : 2,90 m
- Longueur : 3,10 m
- Largeur : 2,50 m
- Volume utile : 22,50 m<sup>3</sup>
- Hauteur d'eau maxi : 3,40 m
- Volume maxi : 26 m<sup>3</sup>



Cassette de filtration intégrant les modules

Nous avons choisi d'installer 2 cassettes. Chaque cassette a les caractéristiques suivantes :

- Quantité d'éléments par cassette : 44 (extensible à 48)
- Type : ZeeWeed-500d – 64
- Surface d'un élément : 31,6 m<sup>2</sup>

Chaque cassette est constituée de 2 parties identiques.

Chaque cassette est accompagnée du matériel de fixation et d'assemblage, des modules ou éléments, d'un système de diffuseur d'air (grosses bulles) et d'un système de fixation des cassettes.

### 10.3 Brassage et aération dans les cellules de filtration

#### Présentation du processus

Le système d'aération des membranes est destiné à diffuser de l'air sous forme de grosses bulles à l'aide de rampes perforées intégrées aux cassettes situées juste au-dessous des modules de membranes. Les fonctions de cette aération sont :

- Le décolmatage de la surface des fibres par effet de cisaillement,
- L'agitation des fibres,
- La création d'un mouvement d'eau par spiral flow, ce qui permet de déconcentrer la boue présente dans le paquet de fibres en aspirant de la boue moins concentrée venant de dessous.

L'efficacité de cette aération est augmentée de manière significative par l'utilisation d'une séquence cyclique de 10 secondes (aération d'une cassette pendant 10 s – aération de l'autre cassette pendant 10 s).

Cette technique a pour but :

- D'augmenter les turbulences et l'action des bulles d'air sur la surface des membranes,
- D'augmenter la taille des bulles d'air,
- D'améliorer la pénétration des bulles d'air dans les faisceaux de fibres,
- D'améliorer l'hydrodynamique du système afin de minimiser les zones mortes et les courants préférentiels.

#### Mise en œuvre

Trois surpresseurs (dont un en secours installé) capotés type Aerzen GM 10 S seront installés pour l'aération des cassettes.

**Issus de la nouvelle génération (Série 5), ces surpresseurs ont fait l'objet de recherches poussées sur le traitement du bruit et sur l'ergonomie d'exploitation.**

Les organes d'entretien (vanne de vidange, purge) ont tous été ramenés en façade, de façon à pouvoir accoler les surpresseurs.

Chaque cassette inclut un système de diffuseurs d'air. L'air injecté dans les cassettes empêche l'agglomération des particules à la surface des membranes tubulaires.



Les besoins réels pour les cellules se calculent en fonction du brassage. Le débit réel nécessaire par cassette est de **413 Nm<sup>3</sup>/h**.

**Dispositif de production d'air retenu :**

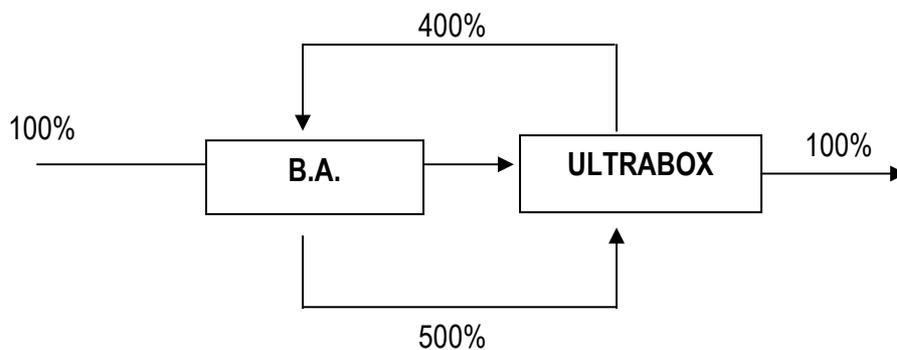
Type		surpresseurs AERZEN
Nombre	u.	3 dont 1 en secours
Débit à 366 mbars par surpresseur	Nm <sup>3</sup> /h	413
Puissance installée / absorbée aux bornes	kW unit.	11 / 7,5

Les surpresseurs sont capotés individuellement et installés dans un local.

**10.4 Alimentation des Ultrabox**

**Principe**

Le schéma suivant montre les différents circuits hydrauliques nécessaires pour alimenter les ultrabox et assurer une recirculation vers la zone d'anoxie.



Recirculer les boues issues des Ultrabox est nécessaire, d'une part pour maintenir une concentration suffisante dans le bassin d'aération, et d'autre part pour assurer une perméabilité optimale des membranes.

L'extraction de l'eau ultra-filtrée est de 100 % ce qui conduit à une alimentation des ultrabox à raison de 500 %.

**Mise en œuvre**

L'alimentation des ultrabox est assurée par 3 pompes (1 par Ultrabox) dont une en secours, installée en fosse sèche dans le local de pompage, d'un débit unitaire de 463 m<sup>3</sup>/h. Les pompes sont équipées d'un variateur de vitesse permettant d'asservir le débit au débit entrant.

La troisième pompe est prévue en secours des 2 autres afin de pouvoir assurer la permutation automatique sans entrave au fonctionnement de la station en cas de panne.

La recirculation des liqueurs mixtes des cellules vers la zone d'aération s'effectue gravitairement. Le taux de boues ainsi recirculées est de 400 %. Ce taux de recirculation est fonction de la concentration en boues dans l'ultrabox et dans le bassin d'aération selon la formule :

$$CF = \frac{C_m}{C_o} = \frac{R+1}{R} ,$$

où :  
 Cm = concentration dans l'ultrabox  
 Co = concentration dans le bassin d'aération  
 R = taux de recirculation

La recirculation permettra d'éviter une augmentation de concentration en boues activées dans les cellules de filtration, et donc de garder une perméabilité optimale des membranes.

**Caractéristiques de fonctionnement :**

Type de pompe		Centrifuge en fosse sèche
Nombre de pompe	u.	3 dont 1 en secours
Débit nominal	m <sup>3</sup> /h unit	463
H.M.T	mce	2,9
Puissance installée / absorbée aux bornes	kW unit.	8,8 / 6,5
Temps de fonctionnement en Temps sec	h/j	11,5

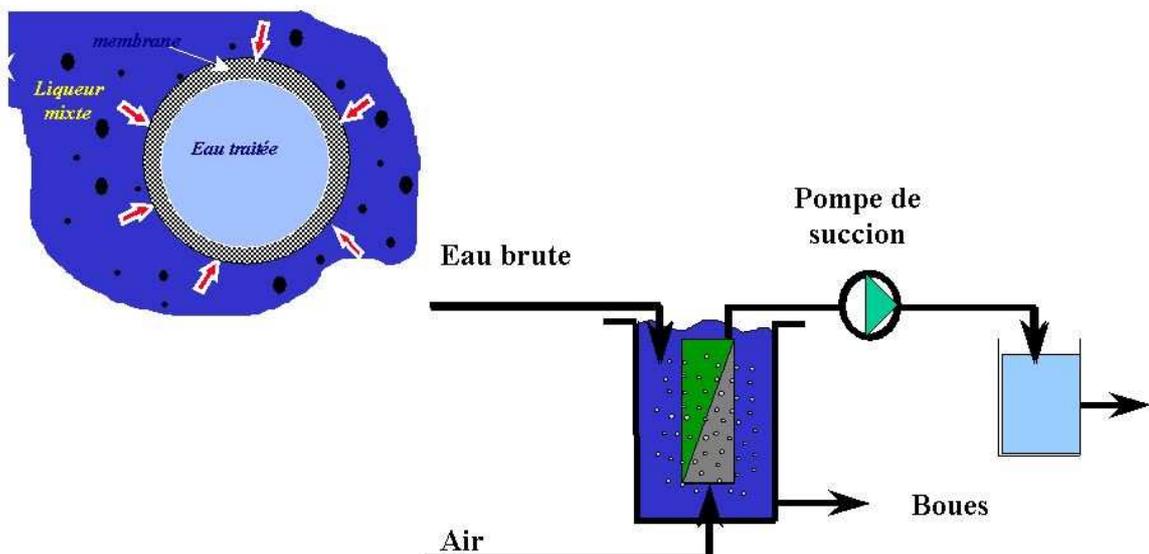
**Asservissement :** sur débit d'alimentation des prétraitements.

**10.5 Pompes d'extraction des perméats / rétrolavage**

**Principe**

La filtration se fait par passage de l'eau à travers la membrane de l'extérieur vers l'intérieur de la fibre, grâce à une différence de pression entre les deux parois de la membrane, créée par des pompes de succion, communiquant côté paroi interne et aspirant le liquide à filtrer.

Ce sont les mêmes pompes qui assurent les débits de rétrolavage automatique.



**Caractéristiques de fonctionnement :**

Type de pompes		A lobes en fosse sèche
Nombre de pompes	u.	3 dont 1 en secours
Débit maximal d'extraction	m <sup>3</sup> /h unit	93
Pression	bar	1
Puissance installée / absorbée aux bornes	kW unit.	11 / 7,5
Temps de fonctionnement en Temps sec	h/j	11,5

**Fonctionnement**

Le débit des pompes est asservi au débit entrant sur la station. Ce dernier est mesuré par un débitmètre électromagnétique.

Pour effectuer les opérations de rétro-lavage, l'automatisme inverse cycliquement pendant quelques secondes le sens de rotation des pompes utilisées pour la filtration.

Cette gestion est entièrement automatique.

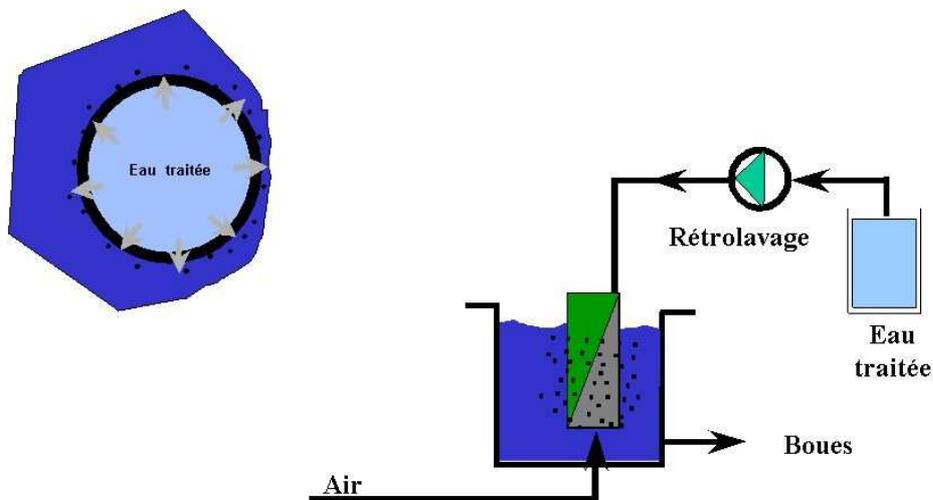
**Mise en œuvre**

**Trois pompes d'extraction de perméat / rétro lavage** seront installées dans la local de pompage (une par ligne). Une troisième pompe est prévue en secours automatique des 2 autres.

Mettant en œuvre une technologie volumétrique comparable à celle des surpresseurs, ces pompes de **marque Börger** sont reconnues pour leur fiabilité et leur capacité d'aspiration considérable.

Les eaux traitées sont envoyées vers une bêche de stockage.

Par l'aspiration de l'eau traitée dans la bêche, ces pompes permettront également le rétrolavage des membranes.



## 10.6 Lavage des membranes

Deux types de nettoyages chimiques sont prévus.

- l'un pour prévenir le colmatage précoce de la membrane,
- l'autre pour régénérer la membrane après une longue période d'utilisation.

Ces nettoyages sont automatiques.

### **Nettoyage de maintenance (2 fois par semaine)**

Ce nettoyage se réalise automatiquement durant la marche de l'installation. Pour plus d'efficacité, l'eau de lavage est additionnée de réactifs dilués (Eau de Javel et Acide Citrique dosés automatiquement).

### **Nettoyage de Régénération :**

Le lavage de régénération des membranes intervient deux à trois fois par an.

Les séquences sont entièrement automatisées.

Ce nettoyage utilise également de l'eau de javel et/ou de l'acide citrique, mais à une concentration différente. Le nettoyage est effectué dans la cellule de filtration sans manutention des modules de filtration.

### **Sécurité**

Le matériel de sécurité suivant est prévu :

- un écran de protection autour des pompes doseuses ;
- des bacs de rétention propres à chaque poste sécurisé.

Ces deux nettoyages sont entièrement automatisés ce qui limite de façon importante la manipulation des réactifs chimiques, et donc des risques chimiques potentiels.

### **Consommation en réactifs :**

<b>Acide citrique</b>		
- lavage de maintenance	kg/an	1 542
- lavage de régénération	kg/an	163
- consommation totale	kg/an	1 705
- consommation totale	l/an	3 410

<b>Eau de javel</b>		
- lavage de maintenance	l/an	1 854
- lavage de régénération	l/an	272
- consommation totale	l/an	2 126

## Postes de dosage

Afin de réaliser les différentes solutions à injecter pour ces nettoyages, nous avons prévu les postes de préparation/stockage suivants :

### Acide citrique

- 1 bac d'un volume de 200 l ;
- 2 pompes doseuses (dont 1 en secours) avec asservissement au débit et taux de traitement

### Eau de Javel

- 1 bac d'un volume de 200 l ;
- 2 pompes doseuses (dont 1 en secours) avec asservissement au débit et taux de traitement

## 10.7 Neutralisation et vidange des ultrabox

Les lavages de régénération utilisent les réactifs à des concentrations plus élevées que pour les nettoyages de maintenance. De ce fait, une neutralisation de l'effluent est nécessaire.

Il est ainsi prévu une neutralisation manuelle des effluents dans l'ultrabox par l'ajout de soude et de bisulfite de sodium. Une pompe de vidange permet ensuite la vidange de l'ultrabox dans le bassin d'aération après neutralisation.

**Nous prévoyons la mise en place de réservoirs de soude et de bisulfite de sodium de contenance 200 l dans le local réactifs. Quatre pompes doseuses (deux dont une en secours par cuve) permettent d'amener ces réactifs vers quatre robinets situés au niveau de chacun des ultrabox sur la plate-forme supérieure du bassin.**

La pompe de vidange des ultrabox est installée dans le local avec les pompes d'extraction.

## 10.8 Air comprimé

Le poste air comprimé tient une place très importante dans le process membranaire. Il a en charge l'alimentation en air de toutes les vannes pneumatiques automatiques du procédé de filtration.

A ce titre, nous avons fait le choix d'installer deux appareils robustes, de marque reconnue, dont un en secours installé.

Les 2 compresseurs seront commandés par 2 pressostats installés sur une cuve unique de 90 l horizontale. La permutation automatique est assurée par le coffret de commande.

Marque		KAESER
Nombre de compresseurs	u.	1 + 1
Type		A piston lubrifié
Débit maximal	m <sup>3</sup> /h unit	2 x 7,8
Pression maximale	bars	10
Puissance installée / absorbée moteur	KW/u.	1,70 / 1,40
Temps de fonctionnement moyen	h/j.	5,80

L'air ambiant présente un taux d'humidité important (80 à 90 %). De ce fait, pour éviter la présence d'humidité dans le réseau d'air, nous avons choisi de mettre en œuvre un sécheur frigorifique de marque KAESER.

Type		Sécheur frigorifique
Débit d'air	m <sup>3</sup> /h	0,6
Température d'entrée	°C	35
Température de sortie	°C	25
Puissance absorbée	KW	0,28

**TRAITEMENT DES BOUES**

## **11. TRAITEMENT DES BOUES : RHIZOCOMPOSTAGE**

Voir note technique à la suite de ce mémoire.

**POSTE TOUTES EAUX**

**12. POSTE TOUTES EAUX**

Le poste toutes eaux reprend les effluents en provenance du bâtiment d'exploitation et les eaux de voirie sales.

Le poste toutes eaux reprend les effluents en provenance du bâtiment d'exploitation, des eaux de lavage et les eaux des zones sales.

**Calcul du débit :**

Eaux usées du local d'exploitation	m <sup>3</sup> /h	0,5
Eaux de lavage du tamis	m <sup>3</sup> /h	2,5
Eaux de lavage du compacteur	m <sup>3</sup> /h	1,3
Pompe eau industrielle	m <sup>3</sup> /h	16,2
Eaux des zones sales (ruissellement)	m <sup>3</sup> /h	5
Total envoyé vers le poste toutes eaux	m <sup>3</sup> /h	42
Coefficient de simultanéité	-	0,80
<b>Débit de dimensionnement poste toutes eaux</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>35</b>

**Caractéristiques des pompes :**

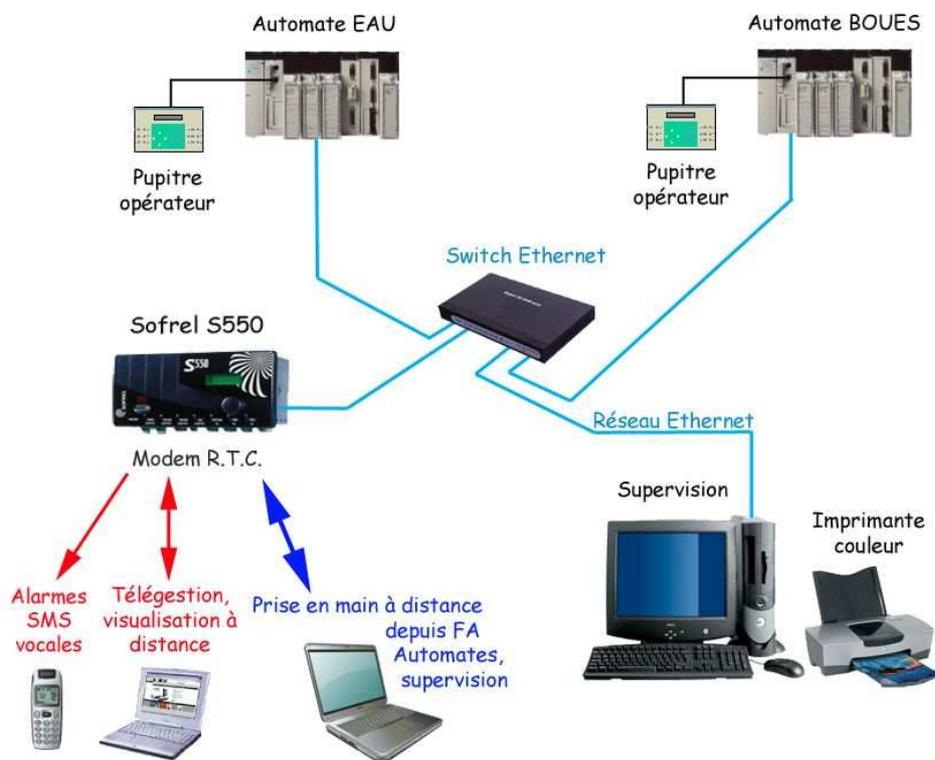
Type de pompes		immergée
Nombre de pompes		2
Débit	m <sup>3</sup> /h	35
H.M.T.	mCE	7,0
Puissance installée / absorbée	kW	3,1 / 1,8
Temps de fonctionnement	h/j	4,5

**AUTOMATE / SUPERVISION / TELESURVEILLANCE**

### 13. AUTOMATISME - SUPERVISION – TELESURVEILLANCE

Le schéma suivant présente l'organigramme de gestion de l'automatisme pour la station d'épuration. Ainsi, notre offre prévoit :

- la mise en œuvre d'un automate programmable industriel pour la filière de traitement de l'eau,
- la mise en œuvre d'un automate programmable industriel pour la filière de traitement des boues,
- un système de supervision avec 1 PC équipés du logiciel de supervision TOP KAPI Vision.



Les détails de l'architecture proposée dans notre offre pour l'automatisme, la supervision et la télésurveillance sont indiqués et décrits dans le descriptif Electricité / Automatisme joint au présent dossier.

**INSTRUMENTS DE MESURES**

## 14. INSTRUMENTS DE MESURES

### 14.1 Mesure du pH et de la température

#### 14.1.1 Principe de la mesure :

L'analyse en continu du pH est basée sur un principe potentiométrique. On utilise pour cela une électrode sensible à l'activité de l'ion  $H_3O^+$  dont on mesure le potentiel par rapport à une électrode de référence. La loi de Nernst permet de corréler cette différence de potentiel au pH. La transmission entre le capteur et le transmetteur est analogique.

#### 14.1.2 Matériel :

La chaîne de mesure comprend :

- une cellule de pH CPF81 incluant une mesure de la température (PT 100),
- une chambre de passage,
- un transmetteur CPM253.



□ Capteur de pH.

## 14.2 Mesure de redox

### 14.2.1 Principe de la mesure

La mesure en continu du Redox est également basée sur un principe potentiométrique. Il est mesuré à l'aide d'une électrode en or. Comme pour le pH, un système de référence Ag/AgCl est utilisé comme électrode de référence.

### 14.2.2 Matériel

La chaîne de mesure comprend :

- une cellule de pH CPF82
- une chambre de passage,
- un transmetteur COM253.



Capteur de Redox.

## 14.3 Mesure d'oxygène

### 14.3.1 Principe de la mesure

Le capteur fonctionne selon le principe de l'extinction de la luminescence d'une membrane spécifique. Des molécules sensibles à l'oxygène (marqueurs) sont intégrées dans une couche optiquement active (couche fluorescente). La surface de la couche fluorescente est en contact avec l'eau, tandis que l'optique de la cellule se situe en arrière de la couche fluorescente. Cette optique émet des impulsions lumineuses vers la couche fluorescente. Les marqueurs répondent avec des impulsions lumineuses, dont la durée et l'intensité sont directement liées à la pression partielle en oxygène.

### 14.3.2 Matériel

La chaîne de mesure comprend :

- Une cellule d'oxygène COS61,
- Un transmetteur COM253.



□ Détail de la cellule d'oxygène COS61.

#### Remarques :

Cette technologie permet de minimiser les opérations de maintenance. Hormis le nettoyage, ce capteur ne nécessite qu'un seul remplacement par an du capuchon de la cellule (contenant les marqueurs).

## 14.4 Débitmètre électromagnétique

### 14.4.1 Principe de fonctionnement

Selon la loi de Faraday une tension est induite dans un liquide conducteur se déplaçant dans un champ magnétique. Dans un débitmètre électromagnétique, la tension induite est proportionnelle à la vitesse de passage. Le débit volumique est calculé à partir de la section du tube.

### 14.4.2 Matériel proposé



Débitmètre électromagnétique avec transmetteur déporté.

#### Remarque :

Une mesure optimale est seulement assurée si le produit et le capteur sont au même potentiel électrique. La plupart des capteurs Promag disposent d'une électrode de référence montée en standard, qui garantit la compensation de potentiel nécessaire. Ceci rend habituellement superflues l'utilisation de disques de masse.

C'est pourquoi, lors du montage dans des conduites métalliques il est recommandé de relier la borne de terre du boîtier du transmetteur avec la conduite.

## 14.5 Préleveur automatique

### 14.5.1 Principe de prélèvement

Les échantillons sont prélevés selon le principe du vide proportionnellement au temps, à la quantité, au débit ou en fonction des événements. Ils sont ensuite répartis dans des flacons (jusqu'à 24 si nécessaire) et à une température régulée (par ex. à 4°C) (selon EN 25567).

### 14.5.2 Matériel

Le système de prélèvement est constitué d'un préleveur d'échantillons ISCO en poste fixe ASP 2000. Ce système comprend :

- une armoire avec isolation expansée pour une conservation sûre des échantillons,
- un compartiment d'échantillonnage avec coque interne sans soudure et évaporateur
- ni gel ni corrosion des éléments réfrigérants,
- une configuration guidée par menu avec "Quick Setup" pour une mise en service rapide.



Exemple de préleveur.

#### Remarque :

Toutes les pièces en contact avec le produit peuvent être démontées facilement et pour le nettoyage et la maintenance. Les bacs à flacons sont séparés et disposent de poignées pour faciliter le transport des échantillons.

## 14.6 Mesure de pression hydrostatique

### 14.6.1 Principe de mesure

La cellule céramique est une cellule de mesure sèche, c'est à dire la pression agit directement sur la robuste membrane céramique du Waterpilot FMX167 et la déplace de max. 0,005 mm. Les effets de la pression atmosphériques sur la surface du liquide sont amenés par le biais d'un flexible de compensation de pression à travers le câble porteur jusqu'à la face arrière de la membrane et compensés. Aux électrodes du support céramique on mesure une variation de capacité fonction de la pression, engendrée par le déplacement de la membrane. L'électronique la transforme ensuite en un signal proportionnel à la pression, linéaire par rapport au niveau.

### 14.6.2 Matériel

Ce système comprend un capteur FMX 167 et son câble.



Le FMX167.

## 14.7 Mesure de niveau ultra-son

### 14.7.1 Principe de mesure

L'émetteur de la sonde est activé électriquement et envoie une impulsion ultrasonique vers le bas, en direction du produit. Cette impulsion est partiellement réfléchiée par la surface du produit. La sonde, qui agit alors comme un micro directif convertit l'écho reçu en un signal électrique. Le temps entre l'émission et la réception de l'impulsion (durée de parcours) est directement proportionnel à la distance sonde-niveau. La distance est déterminée par la vitesse du son et la durée de parcours  $t$  selon la formule suivante:

$$D = \frac{c.t}{2}$$

où  $D$  est la distance sonde-surface de l'eau,  $c$ , la vitesse du son et  $t$  le temps entre l'émission et la réception de l'impulsion.

### 14.7.2 Matériel

Ce système comprend :

- un capteur FDU 80
- un transmetteur FMU861.



#### Remarque :

Le transmetteur contient les courbes de linéarisation des canaux ouverts ou déversoirs les plus répandus. Les débits sont totalisés et affichés par le totalisateur de débit. Cet appareil permet également de commander le préleveur en fonction du débit.

**OUTIL PEDAGOGIQUE ET DE COMMUNICATION**

## 15. OUTIL PEDAGOGIQUE ET DE COMMUNICATION

### 15.1 Phase chantier :

Le chantier de la station d'épuration sera un pôle d'activité importante, qu'il convient de mettre en valeur afin :

- D'accompagner l'arrivée de ce nouvel ouvrage,
- D'expliquer son but,
- De faire comprendre l'importance de l'investissement,
- D'expliquer les enjeux,
- D'anticiper les réactions éventuellement négatives de publics sensibles,
- De sensibiliser à la réalité du prix de l'eau et des potentiels économie d'un tel projet en terme de valorisation des sous-produits du traitement.

Pour cela, nous vous proposons de mettre en place des actions de communication ciblées et adaptées.

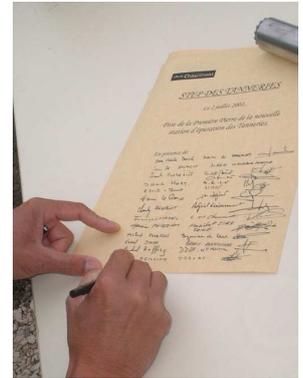
Elles se répartiront tout au long du chantier, depuis la phase préparatoire (avant le début effectif des travaux), jusqu'à l'inauguration et la mise en exploitation.

Elles comprendront principalement :

- La réalisation d'une maquette lors de la tranche ferme pour présenter le projet.
- Un panneau de chantier amélioré, avec une image valorisante de la future installation,



- Une réunion de pose de la première pierre,
- La réalisation d'un dossier de presse,
- Une journée portes-ouvertes, lors du chantier de Génie-civil, et à la fin du montage des équipements,
- La participation à l'organisation, si nécessaire, de réunions publiques d'information,
- La participation à l'organisation de l'inauguration,
- La participation à une journée portes-ouvertes de l'usine en fonctionnement.



Ces différentes actions ne sont efficaces que si elles s'accompagnent d'une maîtrise irréprochable du chantier lui-même, et en particulier :

- Tenue stricte des délais de réalisation,
- Propreté du chantier, des abords et de la voie d'accès,
- Souci permanent de la sécurité des personnes et prévention des risques d'accident du travail.

## 15.2 CIRCUIT PEDAGOGIQUE

L'explication du fonctionnement de l'installation et sa visite présente toujours un grand intérêt pour les personnes peu habituées aux techniques de l'épuration.

Ainsi en est-il de tous les habitants, les élèves des écoles, des collèges, des lycées, et même de l'enseignement supérieur, les associations, etc.

□ anneau d'entrée de station



□ anneaux explicatifs d'ouvrages de traitement

En plus du panneau synoptique dans le local de commande, inclus systématiquement dans notre offre de base, nous vous proposons de créer un environnement complet de communication autour de la future usine en fonctionnement, avec :

- Un circuit pédagogique, interne à l'installation,
- Un panneau général d'information à l'entrée de l'installation,
- Une cascade d'eau traitée dans un bassin de galets localisé le long du local d'exploitation de la STEP afin de sensibiliser les visiteurs à la qualité « eau de baignade » du rejet dès leur arrivée sur le site.