



## Rapport d'expertise court-terme de Marc Wauthélet, Consultant indépendant.

Du 15 au 17 février 2011.

Mission 4 du Contrat modifié N° 81120540 du 25.11.2009



Auteur(s) – Marc Wauthélet -

Version : 1

Date 18-08-2011

Rapport expertise Marc Wauthélet 18-25 juillet 2010 3<sup>ème</sup> Mission Dayet Ifrah

## Table des Matières

<b>Rapport d'expertise court-terme de Marc Wauthélet, Consultant indépendant.....</b>	<b>0</b>
<b>Du 15 au 17 février 2011.....</b>	<b>0</b>
<b>Mission 4 du Contrat modifié N° 81120540 du 25.11.2009 .....</b>	<b>0</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>1</b>
<b>Liste des illustrations .....</b>	<b>1</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Filtre végétalisé à l'Université Al Akhawayn, Ifrane .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Compte-rendu de la visite .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Données du site à épurer .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Objectifs .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.3 Résultats des réunions et discussions à l'Université .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Deuxième chapitre.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Niveau deux .....</b>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
<b>2.1.1 Niveau trois .....</b>	Fehler! Textmarke nicht definiert.
<b>ANNEXES .....</b>	<b>9</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 .....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
-----------------	------------------------------------

## Liste des illustrations

Image 1: Le bâtiment 38.....	3
Image 2: Fosse des eaux noires.....	3
Image 3: Vue vers la citerne des eaux grises et du bois situé en aval .....	4
Image 4: Réseau de tuyaux d'évacuation du bâtiment .....	4

## SOMMAIRE

La mission demandée par le projet GIZ/AGIRE a consisté à visiter l'Université Al Akhawayn d'Ifrane et les installations du projet de Dayet Ifrah.

Suite à la construction du filtre végétalisé à Dayet Ifrah en 2010 et à la formation qui y avait été assurée, l'Assistant Professeur Abdelghani El Asli a élaboré une demande à l'Université pour implanter un tel filtre pour le bâtiment 38 abritant 260 étudiants et une buanderie. Le site est favorable et le projet GIZ/AGIRE élaborera dans un premier temps un dossier d'étude.

A Dayet Ifrah, le digesteur agricole de 30 m<sup>3</sup> construit en 2010 produit un peu de biogaz depuis un mois et ce, suite à la réparation d'un tuyau brisé par un âne. Le digesteur est alimenté par une à deux brouettes de fumier par jour. La pression atteint 25 cm de colonne d'eau (env. 25 mbar). Le gaz a été analysé et est très riche en méthane : 63,6% (voir photo en couverture). Le digesteur était couvert de neige lors de la visite. La production de gaz devrait augmenter dès le printemps.

A Dayet Ifrah, le filtre végétalisé installé est aussi couvert de neige. Le débit des eaux à la sortie est important (env. 1 l/min) et est dû en partie à la fonte de la neige. Le digesteur placé en pré-traitement produit du biogaz, mais la vanne de purge étant ouverte, il est mélangé à de l'air (analyse : 20% CH<sub>4</sub>). Il y avait pratiquement pas d'odeurs sur le filtre et le digesteur ; par contre, les eaux sortant du filtre sont épandues sur le sol et sont malodorantes. Il est conseillé d'analyser à plusieurs reprises les eaux épurées d'ici la mi-2011. Si les résultats ne sont pas conformes aux normes, il s'avérera bien que l'installation est surchargée et qu'il faudra l'agrandir.

# 1. Filtre végétalisé à l'Université Al Akhawayn, Ifrane

## 1.1 Compte-rendu de la visite

### 1.1.1 Données du site à épurer

Le dossier de demande de Pr. El Asli est repris en annexe. Il comporte des erreurs quant au dimensionnement et aux prix. Les données seront corrigées dans ce chapitre 1.1.

Le bâtiment 38 ne peut être raccordé au réseau d'égouts d'Ifrane. 260 étudiants y résident toute l'année, sauf en août. Le bâtiment abrite aussi une des 2 buanderies de l'Université.

Le bâtiment est très bien équipé d'un réseau pour les eaux grises, d'un 2<sup>ème</sup> réseau pour les eaux noires et enfin un réseau d'eaux pluviales. Les eaux grises sont déversées dans une citerne cylindrique (env. 3m de diamètre et 12 m de profondeur, soit env. 80 m<sup>3</sup>), tandis que les eaux noires arrivent dans une fosse parallélépipédique (env. 7 m x 3 m x H : 3 m ?, soit env. 63 m<sup>3</sup>). Ces fosses sont amplement suffisantes pour pré-traiter les eaux usées grises et noires. Elles sont bien entretenues et viennent d'être vidangées par une entreprise. L'université dispose de bons techniciens de maintenance (plombier, chauffagiste, maçons). Deux de ses techniciens ont accompagné la visite.

Les eaux ainsi pré-traitées se rejoignent dans un collecteur aboutissant dans un bois situé en aval. Les pentes permettent un écoulement aisé par gravité depuis le bâtiment jusqu'au bois. Le terrain disponible en aval des citernes est une grande forêt précédée d'une zone herbeuse de env. 40 m x 20 m accessible pour des engins de chantier. Le terrain y est très rocheux.

Suite aux relevés du compteur d'eau, la consommation totale est évaluée de 31 à 35 m<sup>3</sup>/jour. La charge totale basée sur le nombre d'étudiants dépassent 31,2 kg DCO/jour.



Image 1: Le bâtiment 38



Image 2: Fosse des eaux noires



Image 3: Vue vers la citerne des eaux grises et du bois situé en aval



Image 4: Réseau de tuyaux d'évacuation du bâtiment

Il reste à caractériser les effluents de la buanderie.

### 1.1.2 Objectifs

Le dossier de demande de Pr. El Asli mentionne les objectifs qui consistent en :

- 💧 L'épuration des eaux usées pour protéger l'environnement
- 💧 La production de 'cannes de provence' (*Arundo Donax*) pour utilisation dans d'autres projets (biomasse-énergie, matériaux).
- 💧 De plus, il a été conseillé de réutiliser les eaux usées épurées pour l'arrosage des jardins.

### 1.1.3 Résultats des réunions et discussions à l'Université

Le dossier de demande de Pr. El Asli a fait l'objet de questions de la part de l'Université :

- 💧 le terrain n'est-il pas trop rocheux pour installer des filtres végétalisés ?
- 💧 N'y a-t-il pas de risques de prolifération des insectes, des odeurs et des contaminations ?

Aussi, il est demandé une analyse des coûts-bénéfices.

Le budget demandé par Pr. El Asli dépasse le montant disponible (env. 50 000 Dhs) pour ce genre de 'petits projets'.

Une réunion a été effectuée avec le Doyen de la Faculté qui s'est montré très intéressé par le système (qu'il a par ailleurs déjà vu en Allemagne). Il a aussi annoncé que la demande de Pr. El Asli ne serait pas financée par le (petit) budget spécial, mais par le fonds de l'Université pour réaliser un Campus vert.

Le Doyen a reçu des informations lors de la réunion expliquant :

- que le filtre végétalisé peut être construit hors sol comme à Dayet Ifrah,
- que les eaux s'écoulent en souterrain dans les graviers et qu'après maturité du système (quelques mois nécessaires pour le développement des bactéries et des plantes), il ne peut

Rapport expertise Marc Wauthelet 18-25 juillet 2010 3<sup>ème</sup> Mission Dayet Ifrah

y avoir que peu d'odeurs, ni de prolifération d'insectes, ni de contaminations (pas d'eaux superficielles).

Contrairement à un pompage des eaux usées et/ou leur épuration par un système aéré (air injecté par surpresseur), le filtre végétalisé ne va pas du tout consommer de l'énergie. De plus, il n'y a pas de pièces mécaniques ou électriques qu'il faut entretenir et remplacer fréquemment. Son coût va donc rapidement s'amortir.

## 2. Visite du digesteur agricole de Dayet Ifrah

Le digesteur agricole a été empli d'eau et de fumier en juillet 2010. Depuis, il n'y a eu que de très faibles productions de biogaz ; le manomètre ne dépassant guère 1 cm de colonne d'eau. Le digesteur est chargé selon le propriétaire par une à deux brouettes de fumier par jour.

En début 2011, un âne attaché au tuyau de gaz l'a arraché et le tuyau a été réparé.

Depuis lors, il y a production de gaz et utilisation pour la cuisinière à biogaz.

Lors de la visite, la pression atteint 25 cm de colonne d'eau (env. 25 mbar). Le gaz a été analysé et est très riche en méthane : 63,6% (voir photo en couverture). Il brûle parfaitement dans la cuisinière. Le digesteur était couvert de neige lors de la visite. La production de gaz devrait augmenter dès le printemps.

Il a été une nouvelle fois recommandé d'utiliser le fût noir de 200 litres mis à la disposition du propriétaire par le projet AGIRE dès juillet 2010. (voir justifications dans le rapport de mission de Marc Wauthelet en Nov. 2009). Le fût doit être empli de fumier le matin et doté d'un couvercle. Le fumier chauffera dans le fût (sous l'action de la fermentation et du soleil s'il est bien exposé). Le soir, le fumier sera mélangé à de l'eau et les pailles seront soigneusement enlevées. Le lisier ainsi obtenu sera versé dans le digesteur.

Si cette pratique ne peut être utilisée, il faut veiller à respecter les règles d'alimentation décrites dans le Guide de construction et d'utilisation des digesteurs (GIZ/AGIRE).

Des explications ont été données quant à la gestion de la purge d'eau, du réglage des flammes de la cuisinière, de l'alimentation et du contrôle de l'installation.

Le propriétaire demande s'il peut vider la citerne de digestat. Il lui a été recommandé de le faire pour irriguer ses pommiers ou autres cultures.

Le Projet AGIRE et des étudiants suivront le fonctionnement du digesteur dans les mois à venir.



**Image 5: Vue de la cuisine avec le manomètre et la cuisinière**



**Image 6: cuisinière et analyseur de biogaz**



**Image 7: Digesteur sous la neige**



**Image 8: Utilisation du biogaz**

### **3. Visite du filtre végétalisé de l'école et de la mosquée**

Le filtre végétalisé de 5 m x 10 m a été mis en place en juin et juillet 2010. Il est alimenté en eaux usées (grises et noires) depuis août 2010. Les plantes ont bien poussé sur le filtre, mais sont encore de petites tailles et ne couvrent pas l'ensemble du filtre. Le personnel de l'école s'est plaint dès septembre des odeurs dues au filtre et au digesteur placés dans la cour de l'école.

Il a alors été conseillé de réduire le niveau de liquide dans le filtre, ce qui a été fait (- 10 cm). De plus, il a été demandé de mettre de la paille sur les pierres placées à l'entrée du filtre, ce qui a été fait tardivement. Ces actions ont permis de réduire les odeurs, mais pas à les éliminer. Les deux raisons de ce phénomène sont :

- la surcharge probable du filtre végétalisé (et du digesteur placé en amont),
- la non couverture par les plantes.

Lors de la visite, le filtre planté était couvert de neige fondante.

Le débit des eaux à la sortie du filtre est important (env. 1 l/min) et est dû en partie à la fonte de la neige qui s'était déposée sur les graviers.

Rapport expertise Marc Wauthelet 18-25 juillet 2010 3<sup>ème</sup> Mission Dayet Ifrah

Le digesteur placé en pré-traitement produit du biogaz, mais la vanne de purge d'eau étant ouverte, il est mélangé à de l'air (analyse : 20% CH<sub>4</sub>).

Il y avait pratiquement pas d'odeurs sur le filtre et le digesteur ; par contre, les eaux sortant du filtre sont épandues sur le sol et sont malodorantes. Il est conseillé d'analyser à plusieurs reprises les eaux épurées d'ici la mi-2011. Si les résultats ne sont pas conformes aux normes, il s'avérera bien que l'installation est surchargée et qu'il faudra l'agrandir.



Image 9: Filtre végétalisé sous la neige



Image 10: Digesteur placé en amont du filtre végétalisé



Image 11: Sortie des eaux du Filtre végétalisé



Image 12: Vue de l'aval du Filtre végétalisé

#### 4. Visite d'un filtre végétalisé sur eaux grises (combiné à une TDSU)

Des filtres végétalisés ont placés en juillet 2010 en combinaison avec les TDSU.

Les systèmes ont bien démarré: alimentation en eau, plantations en croissance, pas d'odeurs, eaux épurées. Ces systèmes sont suivis par le projet AGIRE.

Rapport expertise Marc Wauthelet 18-25 juillet 2010 3<sup>ème</sup> Mission Dayet Ifrah

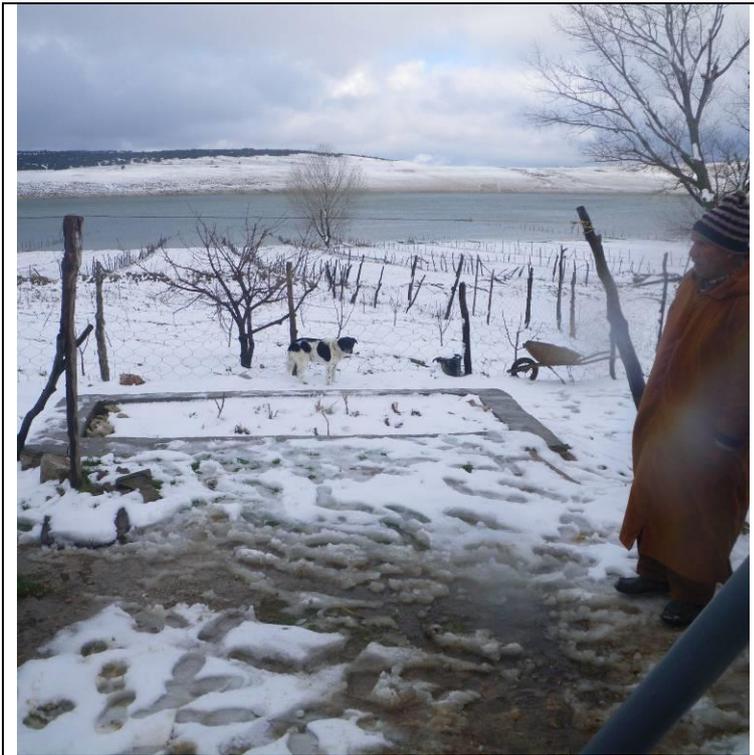


Image 13: Filtre végétalisé individuel combiné à une TDSU

## ANNEXES

Annexe 1 : Université Al Akhawayn, dossier de Pr. El Asli

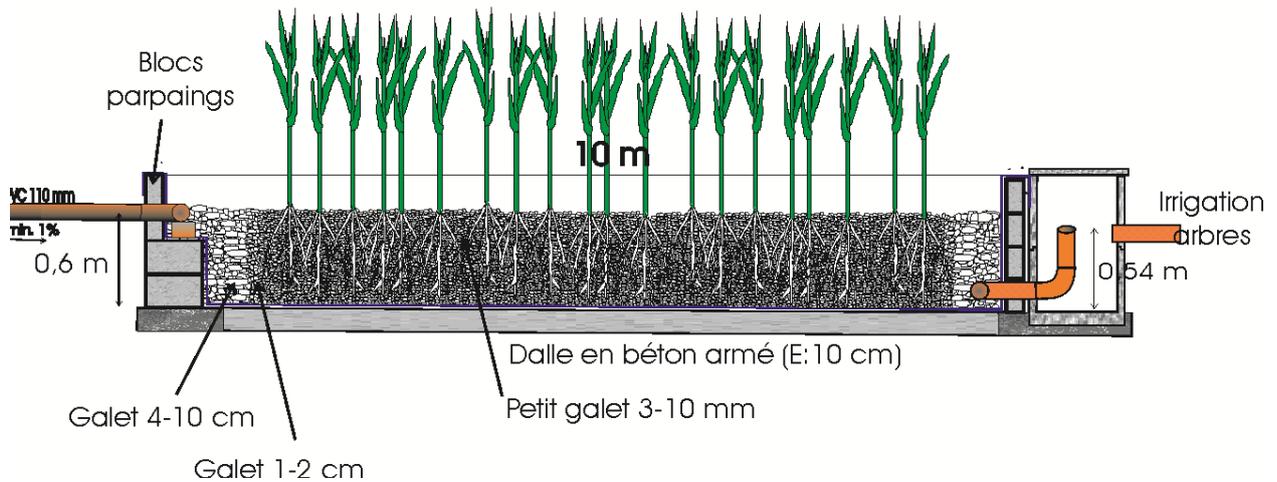
Title of the Project :

**Construction of a filter station (Root Zone Treatment System) with *Arundo Donax* plant to treat the domestic wastewater from building 38 at AUI**

### Abstract:

The 260 students living in building 8 of the residential zone at AlAkhawayn University campus are generating an average 32 m<sup>3</sup>/day of liquid wastewater which is equivalent to 4000g DCO/day. The latter is not directly dumped in the main sewer but is stored in a dump (fosse septique). This liquid wastewater is then filtered inefficiently and discarded on the surface nearby. This project is aiming at the development and the use of an efficient natural filter with *Arundo Donax* plant to clean the liquid wastewater . This special plant will grow on wastewater as its main source of nutrients and work as filter plant. The plant will be harvested on regular basis to be used in different purposes.





### Purpose

In an attempt to develop the environment friendly label at AUI, we would like to clean part of the AUI generated wastewater which is not connected to main sewer by an efficient filter to protect our environment. The plant used as filter will produce enough biomass that could serve as a raw material in other project conducted by the same group of researchers at AUI.

### Background: <http://www.cpcb.nic.in/divisionsofheadoffice/pci3/pci3handbook.pdf>

Root Zone Treatment System are planted filter-beds consisting of sand/gravel/soil. The Root Zone Treatment System uses a natural way to effectively treat domestic & industrial effluents. This Technology was developed in 1970's in **Germany** and is successfully running in different countries, mainly in **Europe, India and America**. The process incorporates the self-regulating dynamics of an artificial soil eco-system. **RZTS** are well known in temperate climates and are easy to operate on-site treatment facilities, which have less installation and low maintenance & operational costs.

### WHAT IS ROOT ZONE TREATMENT SYSTEM (RZTS)

The term 'Root Zone' encompasses the life interactions of various species of bacteria, the roots of reed plants, soil, sun and water. They are also known as constructed wetlands or sub-surface flow systems

(Fig.1) In this system, these plants conduct oxygen through their stems into their root systems and create favorable conditions for the growth of bacteria. The wastewater flow through the root zone in a horizontal or vertical way where the organic pollutants are decomposed biochemically by the bacteria

present in the rhizosphere of root plants (Fig.2). The filter media are selected carefully to provide favorable conditions for both plants & bacterial growth and to avoid clogging. Organic pollutants are removed drastically from wastewater and are reduced to their elemental forms.

### GENERAL DESIGN CRITERIA

The Root Zone Treatment installations are constructed according to the desired level of purification, the concentration of pollutants and hydraulic & organic loadings. The RZTS plants can be set-up as secondary or tertiary treatment for domestic and industrial wastewater treatment systems.

TABLE-1

S.No.	Type	Horizontal Bed (M <sup>2</sup> /day)	Vertical	Bec
1.	Organic loading	10-30 gm BOD	20-40 gm BOD	

## 2. Hydraulic loading 40-100 litre 50-130 litre

For cold climates the design criteria are shown at **Table-1** & this criteria has been used while designing Mother Dairy Pilot Project. For tropical/subtropical condition, however, the design criteria concerning to performance are still not available. It is expected that area requirement should be less in tropical climate because of enhanced microbial degradation process. On the other hand, there are some indications that in warm climates the filter media have to be selected differently to avoid clogging problems.

### **GUIDELINES ON ROOT ZONE TREATMENT SYSTEM**

On the basis of performance data of RZTS located in India & elsewhere, the work related to development of Guidelines for construction, use, operation & maintenance of Root Zone Treatment System has been prepared and like to be published soon by Central Pollution Control Board (CPCB). However, the detailed information related to Root Zone System can be obtained from CPCB. Besides this an experiment (pilot project) for optimization of efficiency parameters under Indian climatic conditions such as void ratio, evaporation rate, permeability, filter media, plant species (reed) etc. is being carried out at Mother Dairy, Delhi.

### **Selection of Plant Species**

Following list of species can be tried:-

- Phragmites australis (reed)
- Phragmites Karka (reed)
- Arundo donax (Mediterranean reed)
- Typha latifolia (cattail) Ø Ø Typha angustifolia (cattail)
- Iris pseudacorus
- Schoenopletus lacustris (bulrush)
- Scirpus Lacustris

For horizontal **RZTS** all helophytes can be used which are deep-rooted and oxygenate the rhizosphere through the roots. For vertical systems, the plant selection is less critical, because the oxygen input is enhanced by the intermittent surface application. However, in mother dairy plant, Phragmites australis has been used in both horizontal and vertical filter-beds.

### **Planting Techniques:**

Planting of reeds can be done in the following ways:

- Reeds can be planted as rhizomes, seedlings or planted clumps.
- Clumps can be planted during all seasons. (2/m<sup>2</sup>)
- Rhizomes grow best when planted in spring. (4-6/m<sup>2</sup>)
- Seedlings should be planted preferable in spring. (3-5/m<sup>2</sup>)

Planting should be done from supporting boards to avoid compaction of the filter media. Initially the plants should be kept well watered, but not flooded. With well-developed shoots in the growth period, a sufficient supply of nutrients is required. If wastewater is used for initial watering, precautions like avoidance of stagnation have to be taken to inhibit the formation of **H<sub>2</sub>S** within the filter bed.

Rapport expertise Marc Wauthélet 18-25 juillet 2010 3<sup>ème</sup> Mission Dayet Ifrah

**Budget:**

The below budget estimation is for a group of 63 students. Since the suggested filter will deal with 260 students the below budget should be multiplied by 4

Matériaux nécessaires au filtre végétalisé.	Nbre.	Unité	Prix TTC	Usage
<b>Filtre végétalisé 20 m x 10m</b>				
<b>Maçonnerie</b>				
Blocs béton (39X19X14)	350	u.		(parois du filtre)
Ciment	4,0	t		Béton dalle fond et maçonnerie
Sable	6,0	t		Béton dalle fond et maçonnerie
Gravier	7,0	m <sup>3</sup>		Béton dalle fond
Fer rond acier 8 mm	1,6	t		(fond cellule)
Produit hydrofuge (sika)	3	kg		(parois CV et filtre)
Bitume	10	kg		(parois CV et filtre)
<b>Tuyauteries PVC Benor 110 mm</b>				
Tuyaux	110	m.		(alimentation + 'drains' du filtre et sortie dans regards)
Coudes 90°	3	u.		(2 pour drain et un sortie)
Tés	2	u.		(1 entrée, 1 sortie)
Bouchon	4	u.		(tuyau alim et drain fond filtre)
Petit galet (3/10 mm)	30	t.		(remplissage du filtre)
Galet moyen (10/20 mm)	1	t		(entrée et sortie intermédiaires filtre)
Galet (40/80)	2	t		(entrée et sortie filtre)
<b>TOTAL</b>				

Personne de contact : Abdelghani El Asli, Ph.D., Assistant Professeur, Ecole de la science & ingénierie, Université Al Akhawayn, BP 104, Avenue Hassan II, 53000 Ifrane. Tél. : 0535862123 / 567777. E-mail : A.elasli@aui.ma