



Rapport d'expertise court-terme de Marc Wauthélet, Consultant indépendant. Du 12 au 27 juin 2010.

Mission 2 du Contrat N° 81120540 du 25.11.2009



Auteur – Marc Wauthélet –

Version : 2

Date : 13-08-2011

Table des Matières

SOMMAIRE	3
1. Activités effectuées par Marc Wauthélet.	4
2. Synthèse des travaux effectués lors de la mission:	4
2.1. Formation théorique	4
2.2. Constructions	4
Annexes.....	6
Annexe 1 : Exposé sur les filtres plantés	6
Annexe 2 : Exposé sur le dimensionnement des filtres plantés	33
Annexe 3 : Filtres végétalisés pour TDSU	45
Annexe 4 : Liste matériaux pour digesteur	47
Annexe 5 : Dimensionnement d'un filtre végétalisé pour l'école et la mosquée (eaux grises seules)	51
Annexe 6 : Dimensionnement d'un filtre végétalisé pour l'école et la mosquée (eaux grises et noires)	55
Annexe 7: Photos des formations et constructions Juin 2010	61

SOMMAIRE

La mission s'inscrit dans l'Assistance technique pour le projet pilote d'assainissement écologique rural à Dayet Ifrah.

Cette 2^{ème} mission à Dayet Ifrah a permis de réaliser les activités suivantes :

- Concertation du déroulement des travaux de construction avec le Centre des Energies Renouvelables, CDER et les autres partenaires,
- Travaux de construction des installations de biogaz, organisation des travaux d'excavation et d'achat des matériaux de construction
- Formation des mains d'œuvre sur la construction des systèmes biogaz et des utilisateurs sur l'exploitation et l'entretien des systèmes lors d'un atelier de construction et de formation à Dayet Ifrah.
- Présentation de deux exposés sur les sujets suivants :
 - Filtre végétalisé : principe – construction - opération
 - Construction du filtre végétalisé
- Animation d'une formation sur le dimensionnement des digesteurs a biogaz et des filtres plantés

1. Activités effectuées par Marc Wauthelet.

La 2^{ème} mission a demandé des préparations de documents :

01/05/2010 et 11/05/2010 : Etude filtre végétalisé de Dayet Ifrah (total : 1 jour)

11/05/2010 : Liste Matériaux et terrassements des digesteurs de Dayet Ifrah, plans (1 jour)

24/05/2010 : Préparation Exposé à Dayet Ifrah (0,5 jour)

10/06/2010 : Exposé pour les maçons et plans détaillés (1 jour)

Le séjour au Maroc a duré 15 jours (du 12.06.2010 AM au 27.06.2010 PM).

Les deux premiers jours ont été consacrés aux préparatifs des ateliers de formation et des chantiers et ce, en collaboration avec le projet GTZ/AGIRE et le CDER.

Deux ateliers successifs ont eu lieu avec deux groupes différents du lundi au vendredi. Les ateliers comprenaient deux jours de formation en salles et trois jours de formation sur le terrain. Les constructions ont duré tous les 15 jours sans discontinuer, mais n'ont pu être entièrement terminés.

2. Synthèse des travaux effectués lors de la mission:

2.1. Formation théorique

Voir photos en annexe 7.

M. Wauthelet a présenté un exposé à tous les participants sur le principe, la construction et le fonctionnement d'un filtre planté (voir annexe 1). Deux autres exposés ont porté sur le dimensionnement des filtres plantés (voir annexe 2) et des digesteurs (voir guide de construction du digesteur).

2.2. Constructions

Voir photos en annexe 7.

Suite aux dimensionnements des installations (voir rapport de mission 1 et annexes 4 et 5), M. Wauthelet a suivi les constructions :

- d'un digesteur de 30 m³ à la ferme Lhaouari et

Rapport expertise Marc Wauthélet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah

- d'un digesteur (fosse septique) de 4 m³ et d'un filtre végétalisé de 50 m² pour l'école et la mosquée du village
- de filtres végétalisés combinés à des TDSU (voir annexe 3)

Les constructions ont été effectuées à 80% durant la mission.

Les participants à l'atelier, ainsi que les maçons locaux, ont pu être formés aux différentes techniques de construction.

Annexes

Annexe 1 : Exposé sur les filtres plantés

Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



LE FILTRE VÉGÉTALISÉ

Marc WAUTHELET

Consultant GTZ

**Formation à Dayet Ifrah .
GTZ/ AGIRE
Juin 2010**





Terminologie:

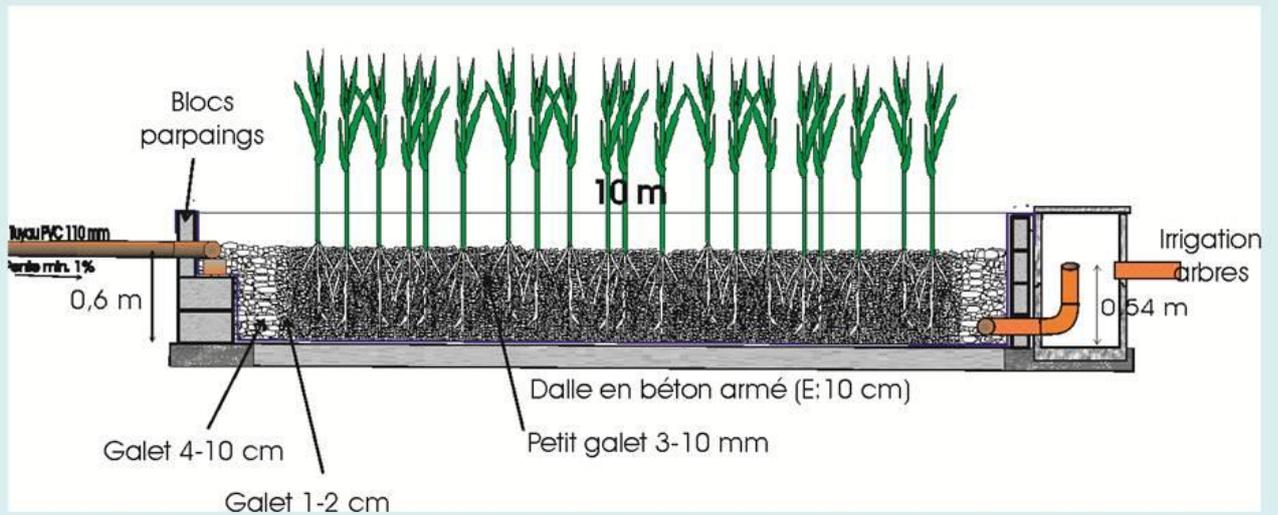
- =Filtres végétalisés**
- =Filtres plantés**
- = Filtres horizontaux ou verticaux**
- = Marais reconstitués**
- =Traitement par roselière**
- = Treatment Wetland...**
- = Reed bed**

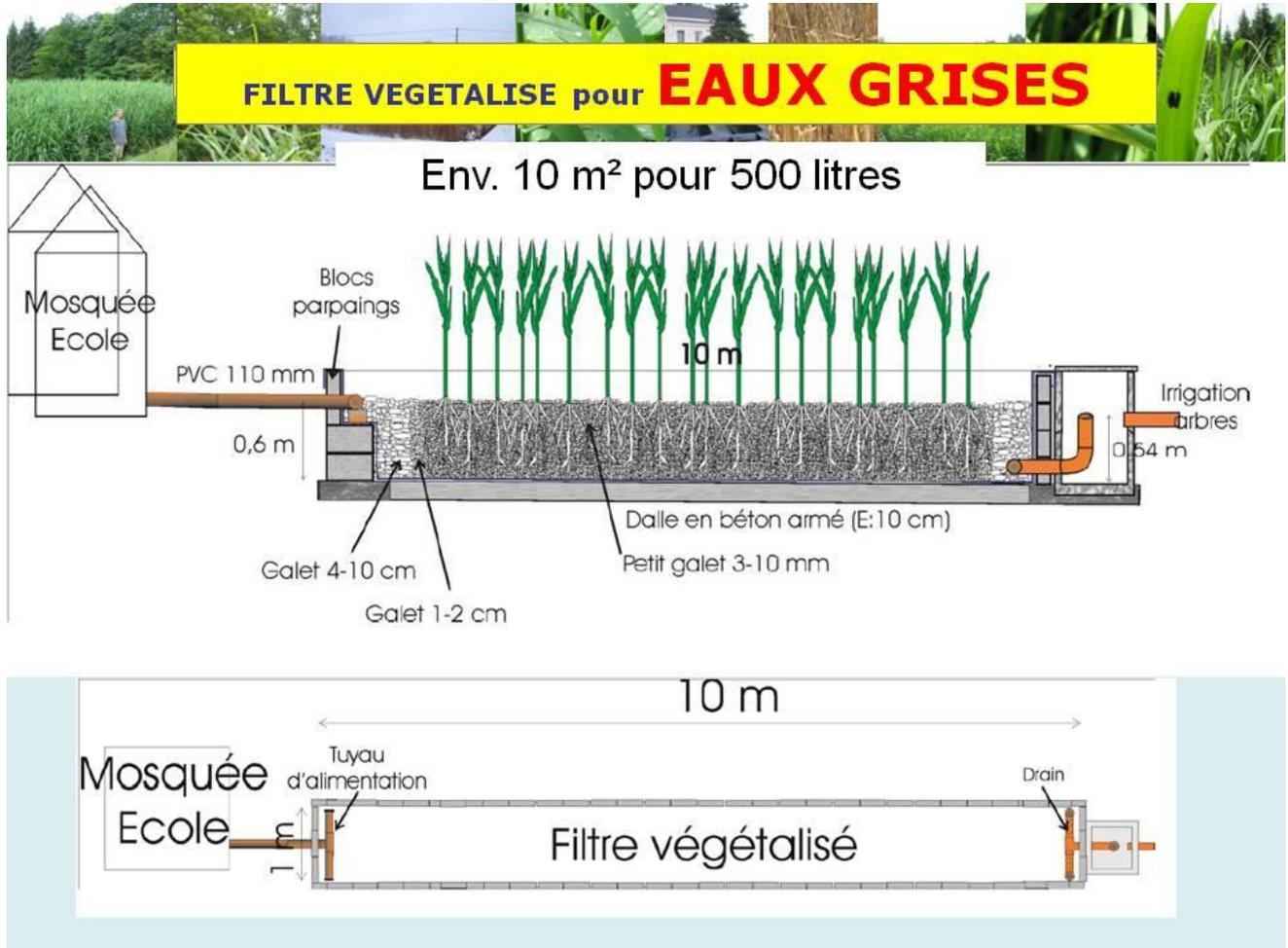


Filtres végétalisés pour le traitement des eaux usées (depuis > 300 ans):

- utilisent des plantes tolérant l'immersion (roseaux,...) et enracinées dans des bassins peu profonds ('marais')
- !!! Epuration et production de plantes utiles (cannes, fleurs, arbustes fruitiers, fourrages...)





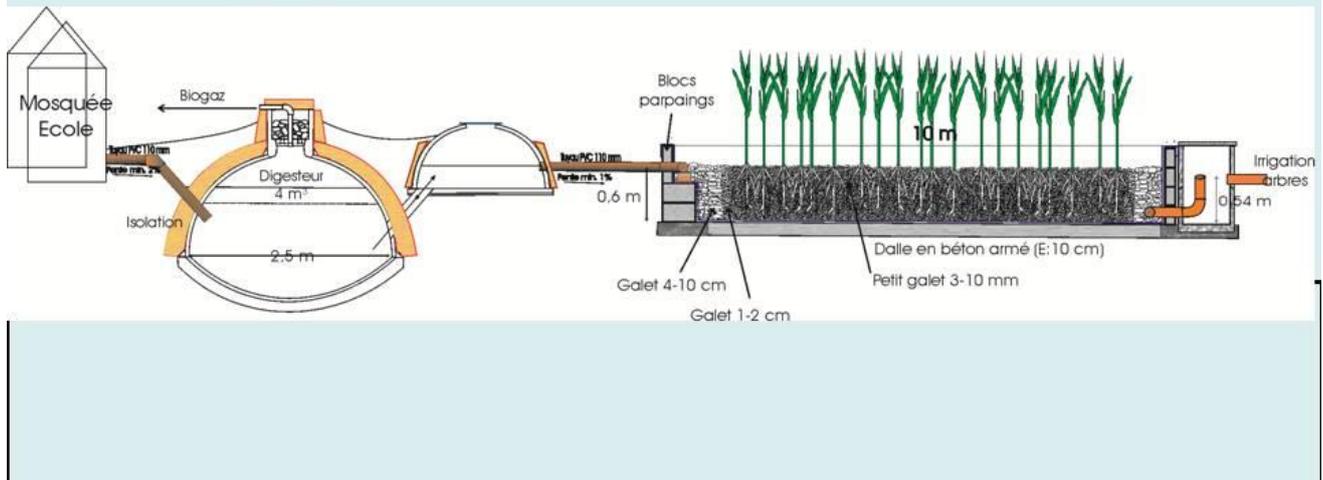




**FILTRE VEGETALISE pour EAUX USEES
(grises et noires)**

Habitation Fosse septique ou digesteur

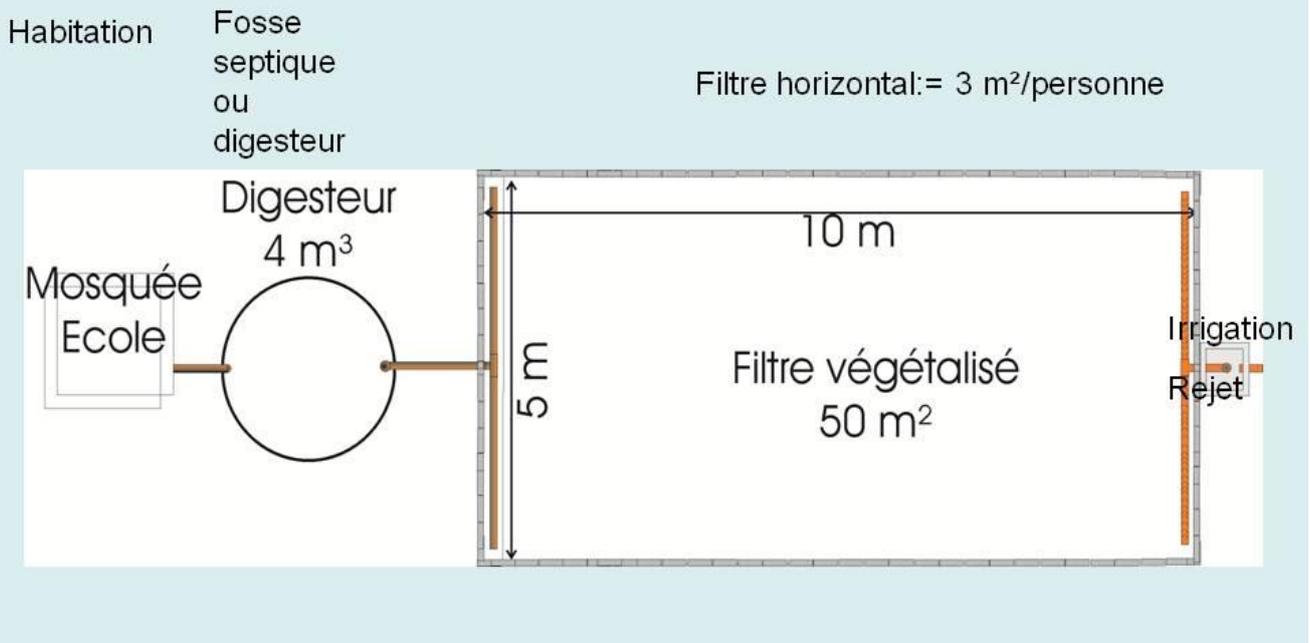
Filtre horizontal = 3 m²/Equivalent Habitant





FILTRES VEGETALISES

FILTRE VEGETALISE pour EAUX USEES (grises et noires)





Filtres horizontaux à flux 'souterrain':

- = concilie simplicité et efficacité
- = un lit de gravier utilisé comme support de croissance des plantes enracinées.
- = les eaux usées s'écoulent par gravité, à travers le lit,
- = développement de microorganismes en association avec le gravier et avec les racines des plantes, profondeur max.: 0,6 m





Avantages du filtre horizontal

→ Filtre horizontal:

- = Peu d'odeurs et de boues, peu d'insectes, pas de contact possible avec les eaux, peu d'entretien, alimentation continue possible.
- = Oxygène nécessaire aux plantes et aux micro-organismes (micro)aérophiles entre par diffusion atmosphérique directe et par les plantes elles-mêmes (conduits aérifères)





→ Filtre horizontal:

= procédé d'épuration à culture fixée sur support fin, réduction des métaux lourds et des germes pathogènes (de 10 millions à 1500 /100 ml)!!

Roseaux = réduction du colmatage (rhizomes), conditions pour la minéralisation de la matière organique (aérenchyme, rhizosphère à l'envers), support pour les micro-organismes et prélèvement (en faibles quantités) des nutriments et polluants (Faucardage annuel).

Tampon et évapo-transpiration



Implantations dans le monde

Développement depuis 1950 (Seidel) et 1970 (Kikuth) en Allemagne, ensuite aux USA

De plus en plus de succès depuis 1990 (majorité = filtres horizontaux)

Allemagne : > 50.000 installations,

Etats-Unis: > 8000 (débit moyen par installation de 1250 m³/j et 3400 m²),

Italie: > 1000)

Danemark : > 100

Suisse > 100 (jusque 10 000 EH),

Royaume-Uni (> 1000), l'Australie (>100), la Nouvelle Zélande (>100), le Portugal (>300) et la Belgique (plus de 350).

On en trouve également en Autriche, Croatie, Tchéquie (> 100), Estonie, France, Grèce, Irlande (> 140), Lituanie (> 20), Hollande, Norvège, Pologne (> 100), , Slovaquie, Slovénie, Espagne, Suède, Canada, Mexique, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica, Équateur, Salvador, Honduras, Jamaïque, Nicaragua, Uruguay, Fidji, Egypte, Kenya, Maroc, Afrique du Sud (>30), Tanzanie, Tunisie, Ouganda, Chine, Inde, Israël, Japon, Jordanie, Corée, Népal, Oman, Taïwan, Thaïlande, Turquie.



Le filtre végétalisé :

Avantages

Généraux:

Réduction de la pollution combinée à la production de plantes !!!

Réduction de la matière organique (DCO, DBO)

Réduction des solides en suspension

Réduction partielle de l'azote et du phosphore,

Réduction des métaux lourds,

Réduction des germes pathogènes,

→ *Les eaux épurées peuvent servir pour l'arrosage d'arbres fruitiers, de fleurs... !!*



Le filtre végétalisé :

Autres avantages

- *fonctionne par écoulement gravitaire, sans apport d'énergie complémentaire (pas de moteur, de pompe, etc.),*
- *nécessite un encombrement limité (3 à 5 m² par habitant),*
- *n'a pas de bassins avec plans d'eau apparents car les eaux s'écoulent sous la surface des graviers; il n'y a donc pas de développement de mouchettes, moustiques et autres, pas de risque de contacts pour les enfants, les animaux, pas d'odeurs, pas de risques de chutes dans des bassins (on peut marcher sur les graviers),*
- *est durable dans le temps (des systèmes équivalents existent en Allemagne depuis plus de 20 ans),*
- *est très aisée et économique à entretenir: vidange de la fosse tous les 5 ans, coupe conseillée (mais pas obligatoire) annuelle des roseaux,*
- *peut être construit facilement par les propriétaires, des maçons locaux, ...*
- *est un éco-système naturel et écologique,*
- *est une technologie propre, respectueuse de l'environnement quant à sa construction, sa maintenance et à ses performances,*
- *s'intègre très bien dans le paysage.*

Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



AUTO-CONSTRUCTION

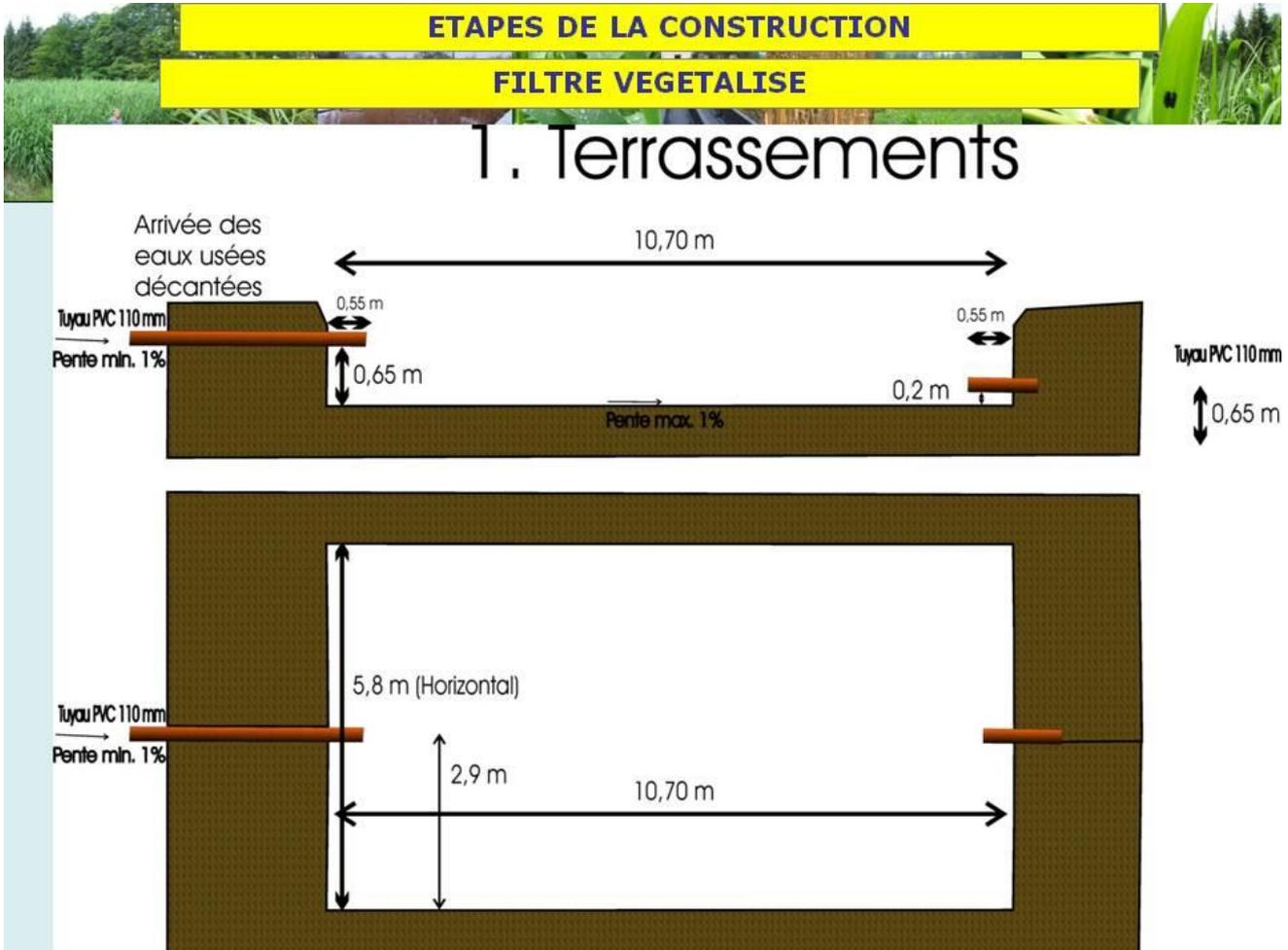


Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



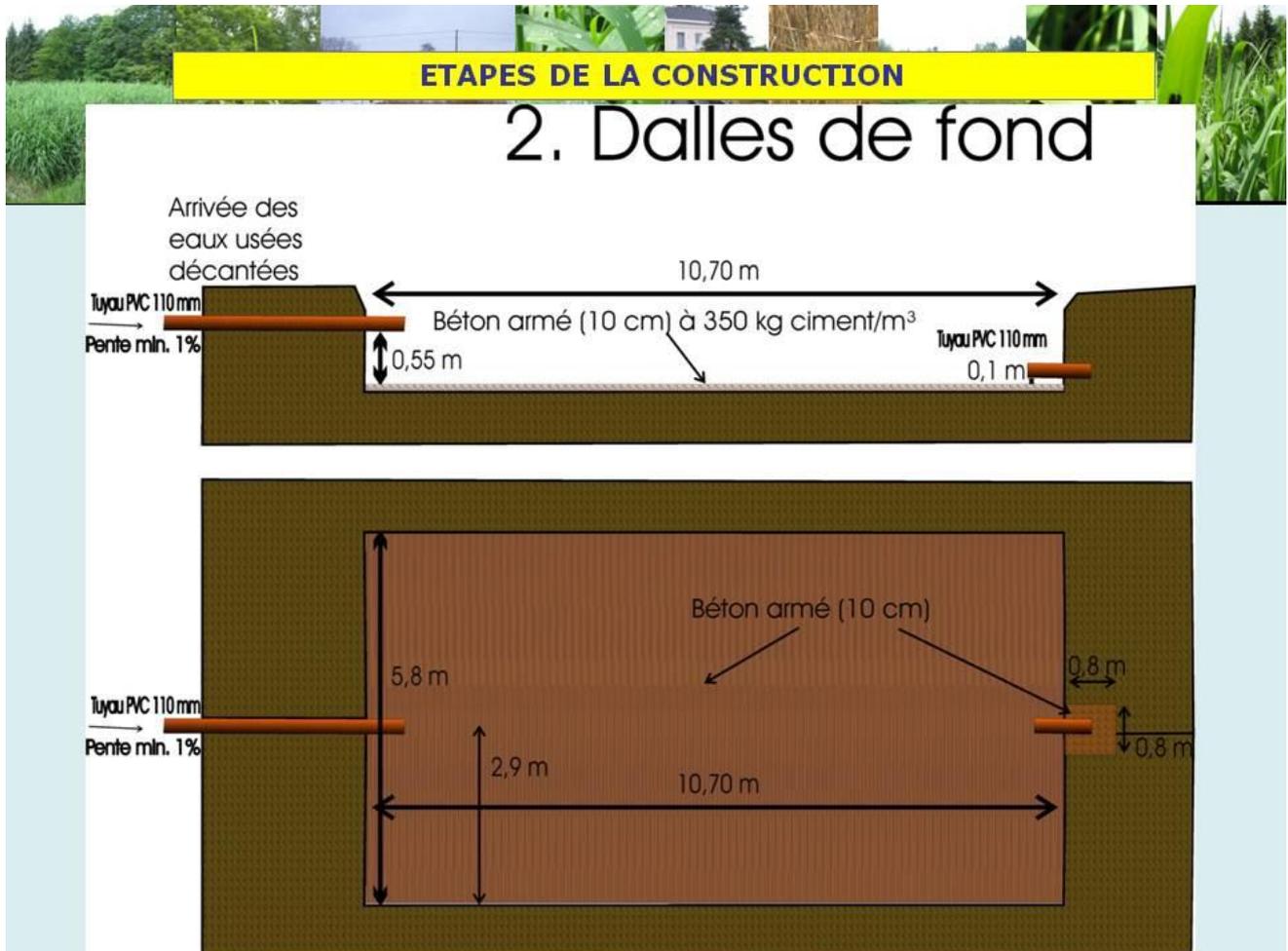
Blocs béton (briques parois): 7 cm x 10 cm x 20 cm
Nombre: 700





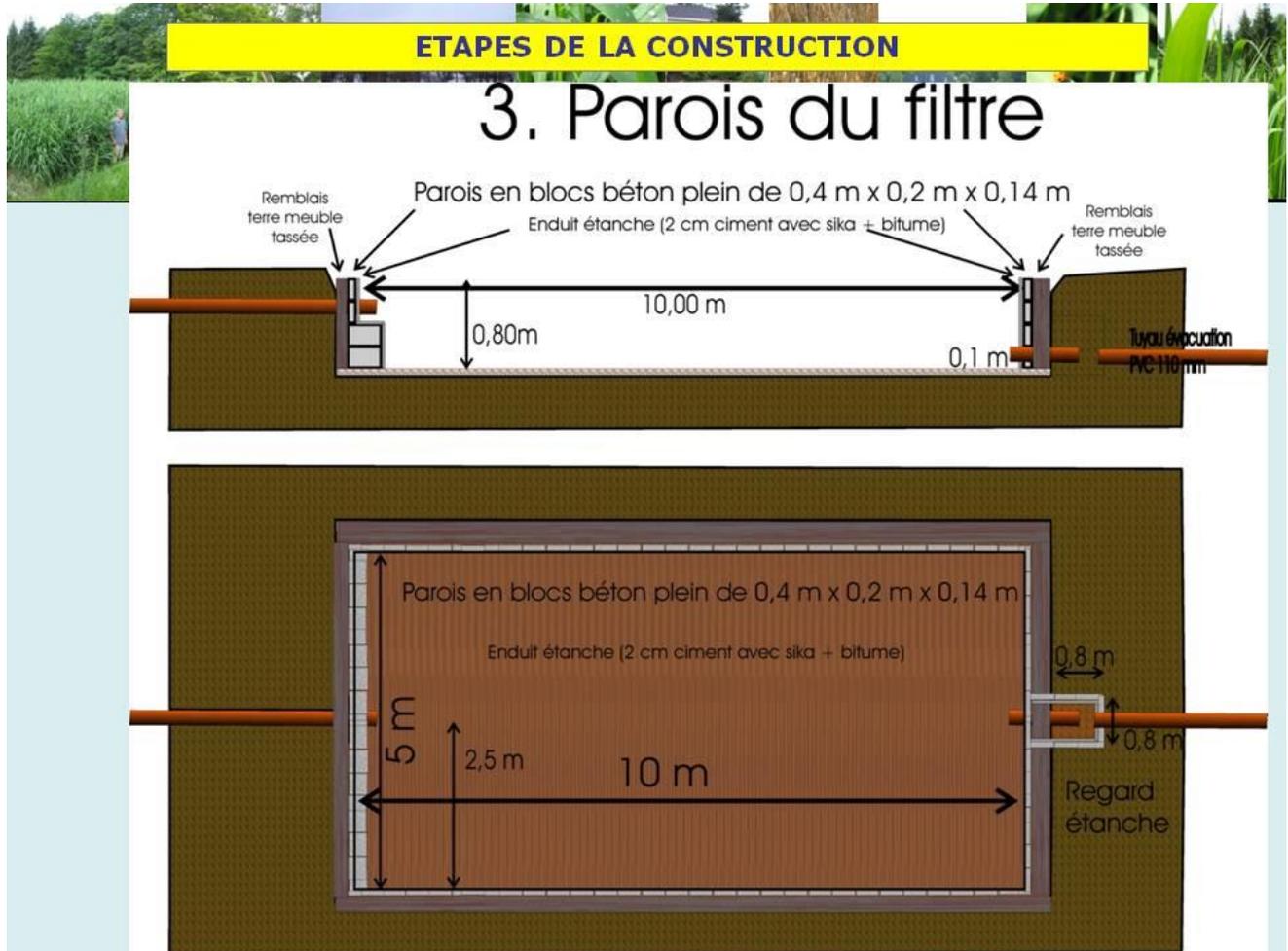
Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah





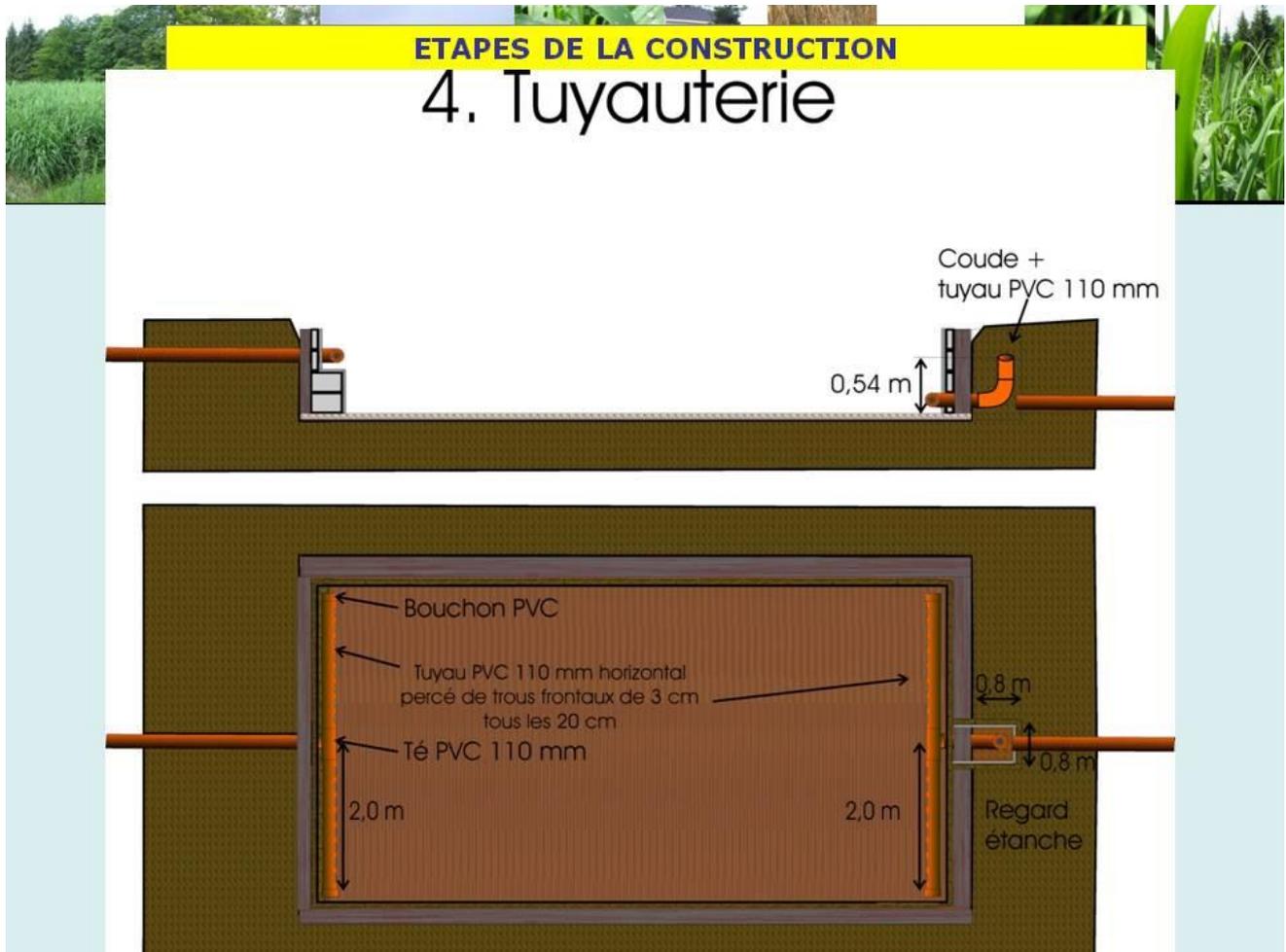
Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah





Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



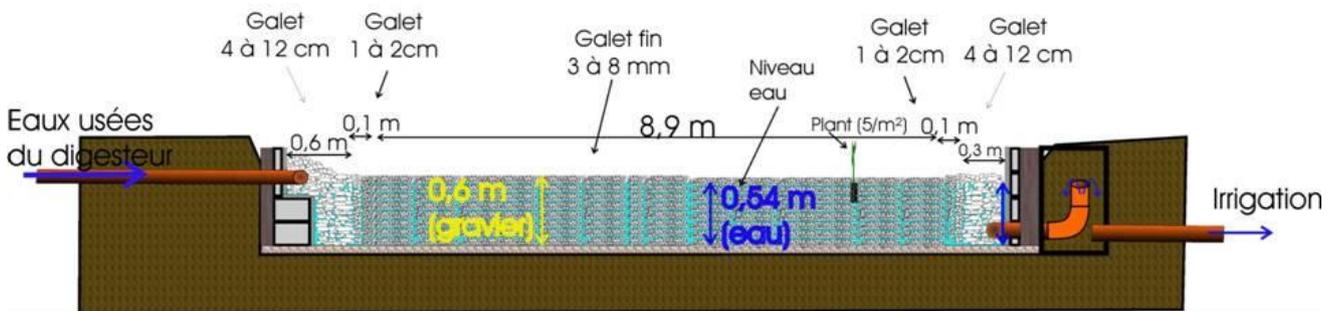


Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah





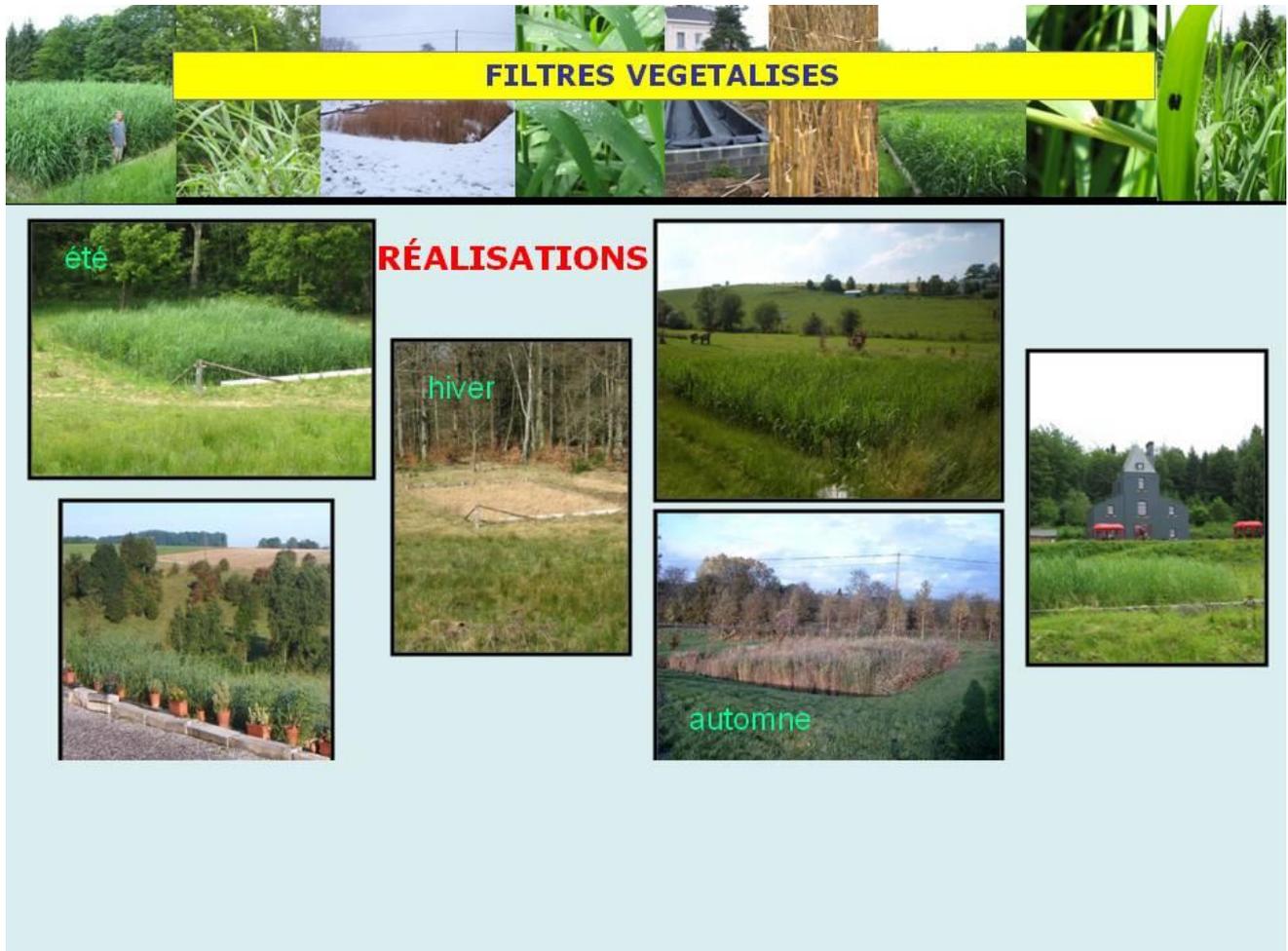
5. Gravier, raccordement et plantation



Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



Annexe 2 : Exposé sur le dimensionnement des filtres plantés



DIMENSIONNEMENT du FILTRE VÉGÉTALISÉ

Marc WAUTHLET

Consultant GTZ

**Formation à Dayet Ifrah .
GTZ/ AGIRE
Juin 2010**





Dimensionnement du FILTRE VÉGÉTALISÉ

TUYAUTERIE:

- Pvc + ENROBAGE MORTIER LEGER
- BUSES BETON
- A RECOUVRIR PAR TERRE TAMISEE OU SABLE
- ENTERRER A 60 CM MIN. (GEL...)
- BETON ARME si route
- PENTE MIN. 2%





Dimensionnement du FILTRE VÉGÉTALISÉ

PRE TRAITEMENT:

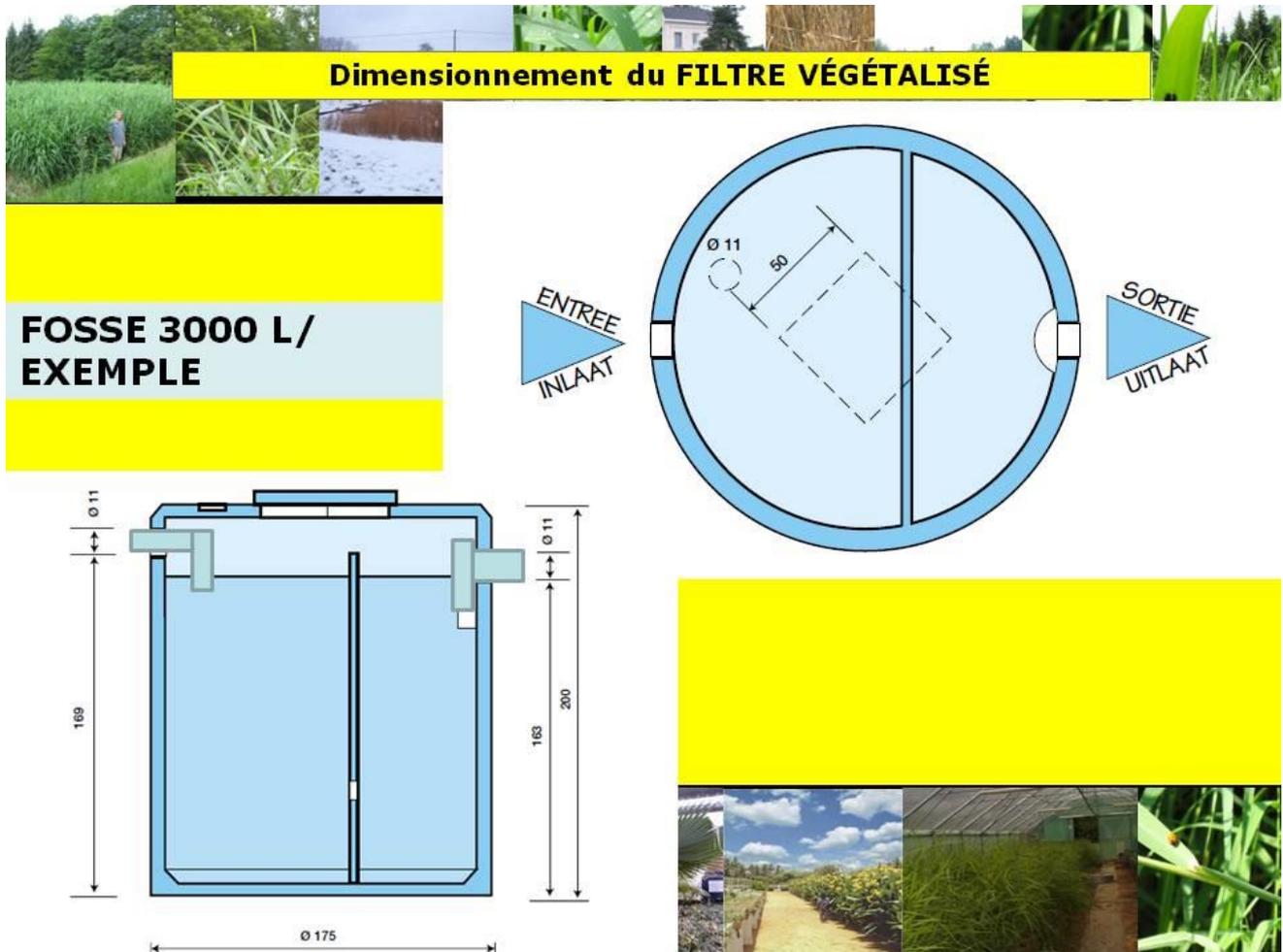
- PAS NECESSAIRE SI EAUX GRISES SEULES
- NECESSAIRE SI EAUX NOIRES

= FOSSE SEPTIQUE (cubique ou cylindrique ou digesteur)
ETANCHE (à contrôler) avec évent ou tuyauterie biogaz

= 3 à 4 m³ par m³ eaux usées

= vidange à prévoir tous les 5 ans.

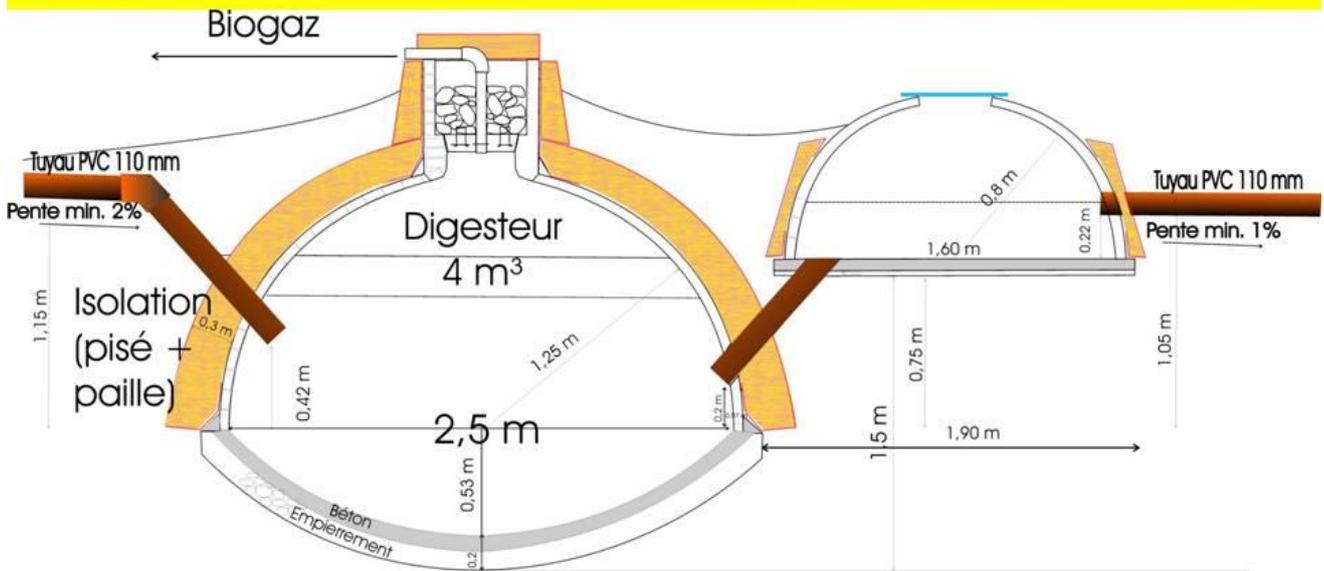




Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



Dimensionnement du FILTRE VÉGÉTALISÉ



Blocs béton (briques parois): 7 cm x 10 cm x 20 cm
Nombre: 700





Dimensionnement du FILTRE VÉGÉTALISÉ

FILTRE VEGETALISE:

- Fond et parois (80 CM) en béton OU sable stabilisé (150 kg ciment/m³) sur 10-15 cm
- ETANCHEITE EN ENDUITS (MORTIER + SIKA) OU GEOMEMBRANE PEHD OU EPDM 1 MM
- GRAVIER ROND OU CONCASSE DE 5 à 10 MM PROPRE OU LAVE
- ENTREE ET SORTIE (SUR ENV. 50 CM): GROS GRAVIER DE 2 à 10 CM
- Porosité: 20 à 40%
- Temps de séjour de l'eau: 4 jours





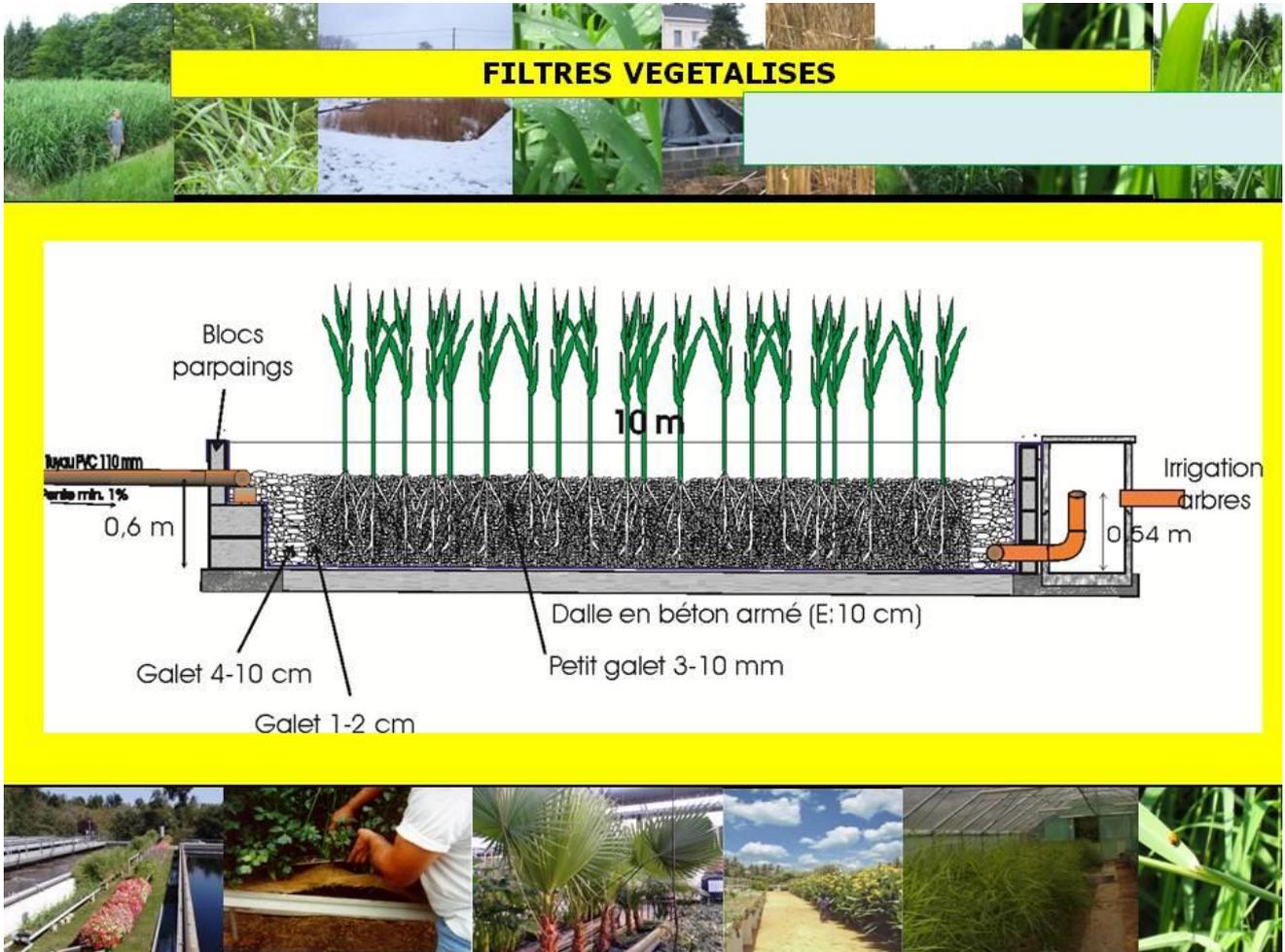
Dimensionnement du FILTRE VÉGÉTALISÉ

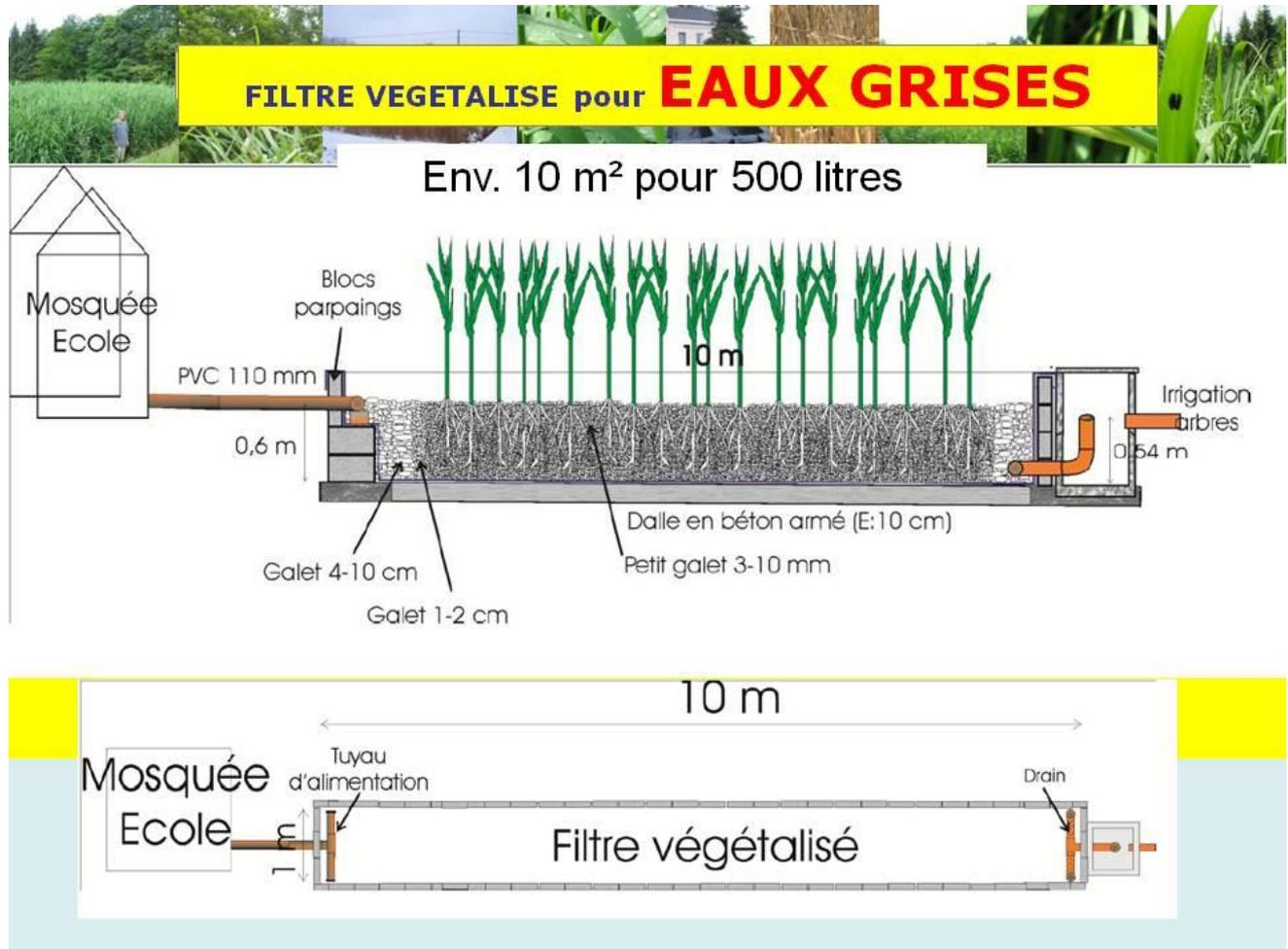
FILTRE VEGETALISE:

- PROFONDEUR MAX.: 60 CM
- HORIZONTAL DANS LES 2 DIRECTIONS
- TUYAUTERIE DE DISTRIBUTION DE L'EAU
- LONGUEUR MAX.: 10 M (eaux usées) 1 à 10 m si eaux grises.
- LARGEUR: 5 M POUR 1000 LITRES EAUX USEES
- LARGEUR: 1 M SI 1000 LITRES EAUX GRISES

- UTILISATION DE PLANTES AQUATIQUES HELIOPHYTES
- PLANTES (non toxiques!) A FAUCHER ET VALORISER (COMPOST, PRODUCTION,...)
- EAUX EPUREES A UTILISER POUR IRRIGATION SOUTERRAINE





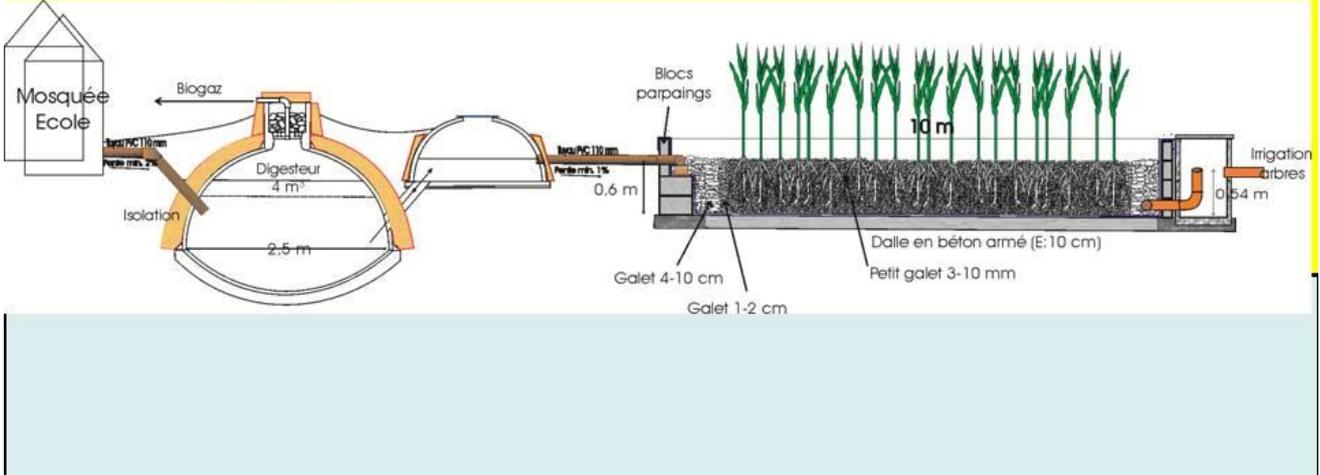




FILTRE VEGETALISE pour **EAUX USEES** **(grises et noires)**

Habitation Fosse septique ou digesteur

Filtre horizontal = 3 m²/Equivalent Habitant



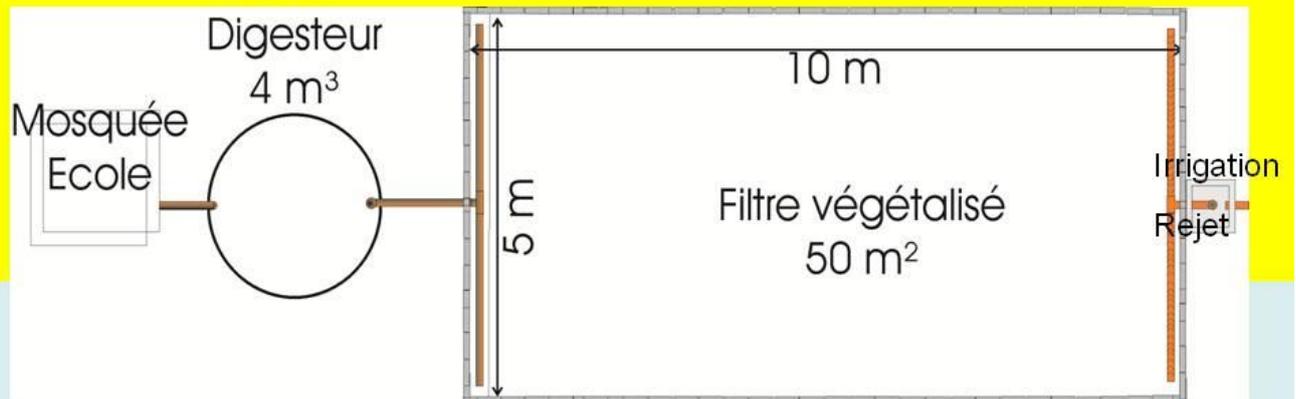


FILTRES VEGETALISES

FILTRE VEGETALISE pour EAUX USEES (grises et noires)

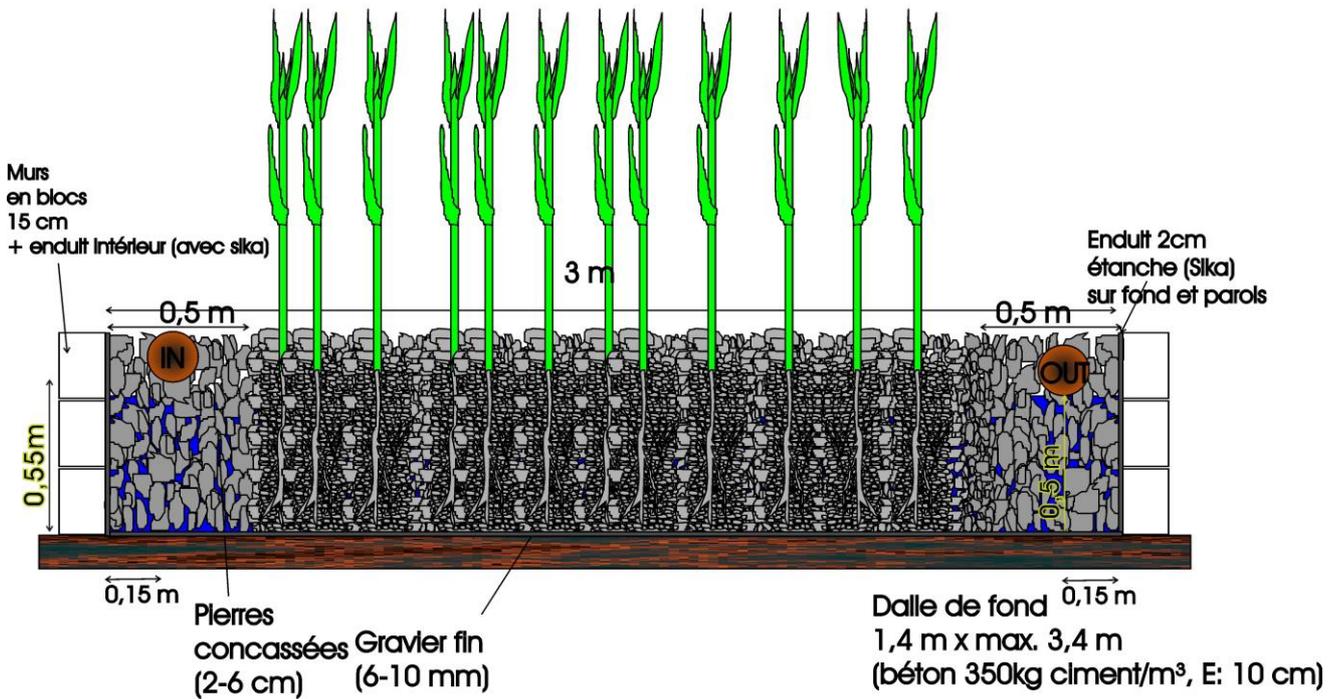
Habitation Fosse septique ou digesteur

Filtre horizontal:= 3 m²/personne



Annexe 3 : Filtres végétalisés pour TDSU

Traitement des eaux grises d'une TDSU

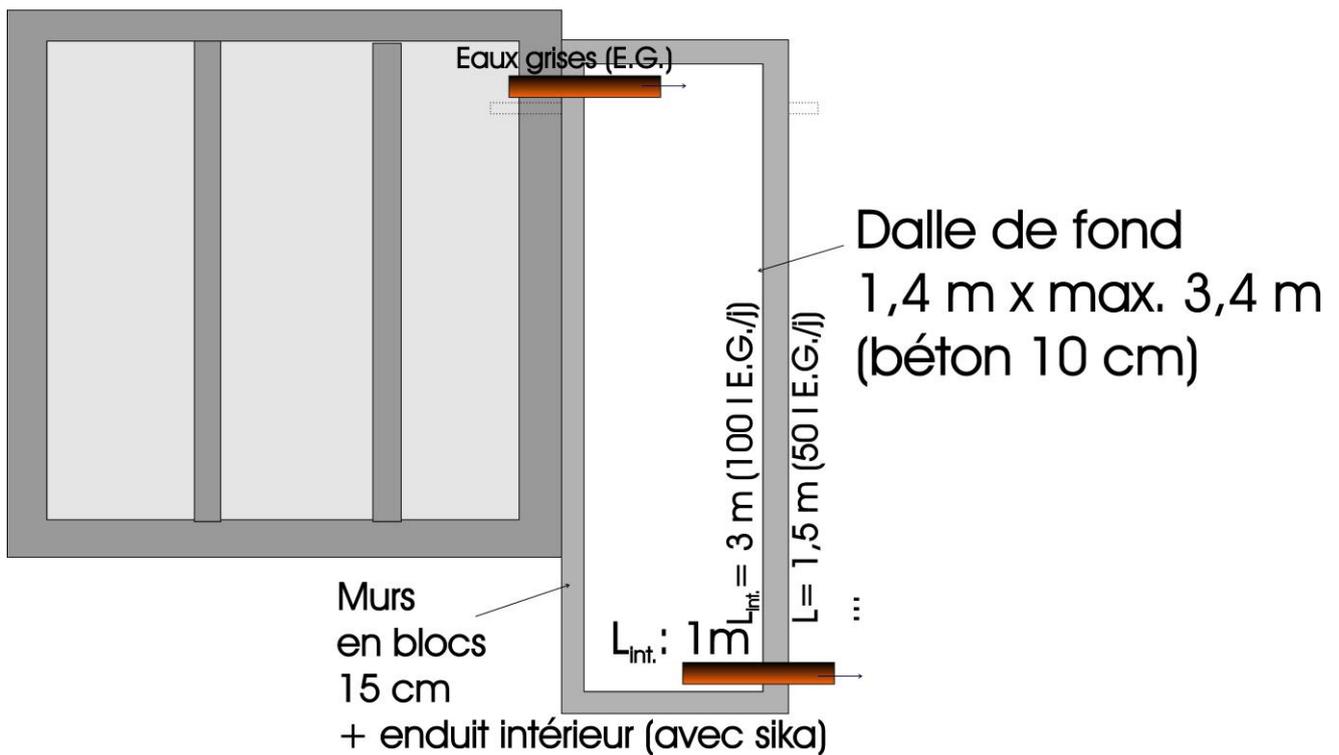


M. Wauthélet, juin 2010

Traitement des eaux grises d'une TDSU

TDSU

Filtre végétalisé



M. Wauthelet, Juin 2010

Annexe 4 : Liste matériaux pour digesteur

Matériaux nécessaires à la construction d'un digesteur de 30 m³

		Unité	Quantité
1	Matériaux pour le digesteur		
1.1	Ciment CPJ35	t	4,3
1.2	Sable de l'oued	m ³	6,4
1.3	Gravier concassé	m ³	7,5
1.4	Acier (barre 12 m, 8mm)	u	2
1.5	Moellons	m ³	4,3
1.6	Bois de coffrage	m ³	0,015
1.7	Buse 200 mm	u	2
1.8	Buse300 mm	u	1
1.9	Madrier	u	1
1.10	Sikalite	kg	15
1.11	Bitume Flintkote	kg	30
1.12	Fut métallique 200 l	u	2
2	Conduites Eaux usées (toilettes-digesteur)		
2.1	TuyauPVC 110 mm	m	30
2.2	Coude PVC 110 mm	u	4
2.3	Té PVC 110 mm	u	2
2.4	Manchon PVC 110 mm	u	4
2.5	Colle PVC	kg	0,5
3	Conduites Biogaz		
3.1	Tube galvanisé 1/2"	ML	36
3.2	Coudes galvanisés 1/2"	u	10
3.3	Tés 1/2"	u	8
3.4	Vanne gaz 1/2"	u	4

Rapport expertise Marc Wauthélet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah

3.5	Bouchons 1/2"	u	2
3.6	Téflon (rouleau)	u	4
3.7	Tuyau transparent 8-12 mm	ML	15
3.8	Attache-fils	u	20
3.9	Clous	kg	1
3.10	Manchons (fem.-fem.) 1/2"	u	8
3.11	Colliers Atlas 1/2"	u	10
3.12	Raccord union 1/2"	u	5
3.13	Colliers serrage	u	5
3.14	Mamelon (mâle-mâle) 1/2"	u	3
3.15	Tétons 8 mm	u	2
3.16	Ecrous 1/2" pour tétons	u	2
3.17	Cuisinière 3 becs	u	1
3.18	Four à pain	u	1
4	Fosse stockage digestats (4 m ³)		
4.1	Ciment CPJ35	t	1,0
4.2	Sable de l'oued	m ³	1,0
4.3	Gravier concassé	m ³	2,0
4.4	Acier (barre 12 m, 8mm)	u	10
4.5	Moellons	m ³	1,0
4.6	Bois de coffrage	m ³	0,015
4.7	Buse 200 mm	u	1
4.8	Madrier	u	2
4.9	Sikalite	kg	15

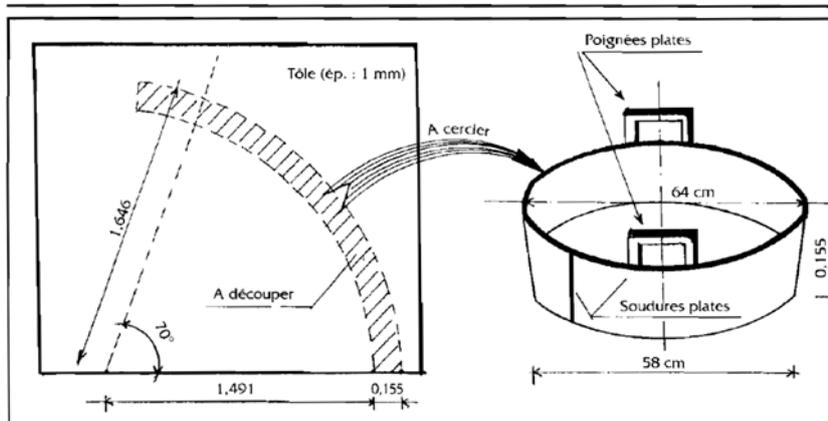
Matériaux encore nécessaires pour le
digesteur

19/06/2010

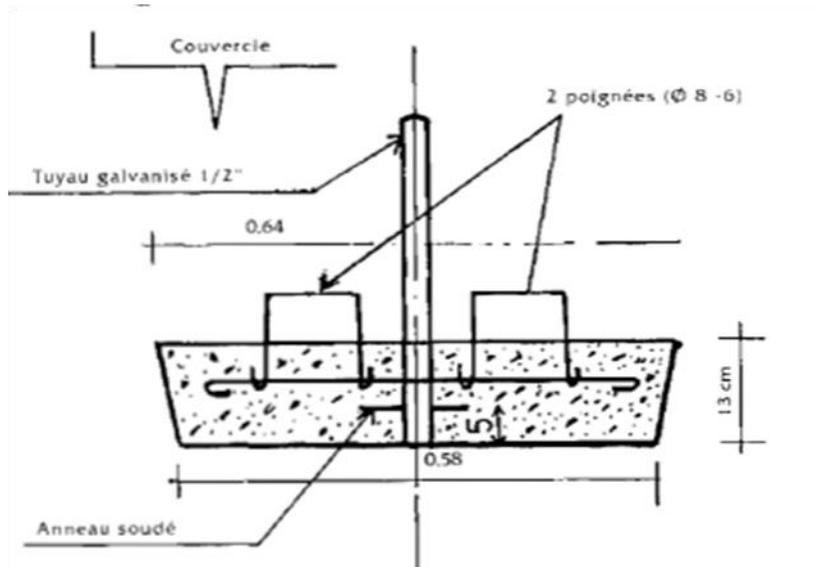
Plomberie: voir liste envoyée

	Nombre	Unités
MADRIERS	6	3 ML
PLANCHES coffrage		
BITUME		pot
FLINTKOTE	2	20kg
TUBE PVC 200 mm	75	ML
Coude 200 mm	1	Unités
Té 200 mm	2	Unités
Réduction 110-200 mm	1	Unités
AUGE MAÇON	1	Unités
VOYAGE SABLE	2	Unités
COUDE 110 mm 135°	1	Unités
Colle PVC	1	kg
TAPE large pour tuyau	1	rouleau
Tuyau sortie gaz	Voir avec 1 soudeur et Marc	
Moule couvercle		

MOULE DU COUVERCLE



Rapport expertise Marc Wauthelet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah



Matériaux encore nécessaires pour le filtre végétalisé
19/06/2010

	Nombre	Unités

MADRIERS	6	3 ML	
PLANCHES coffrage			
COUDE 110 mm 135°	1	Unité	
Blocs béton	?		Total:350
AUGE MAÇON	1	Unités	
VOYAGE SABLE	1	Unités	
Colle PVC	1	kg	
BROSSE PEINTURE	3	Unités	
Seau maçon	2	Unités	

Annexe 5 : Dimensionnement d'un filtre végétalisé pour l'école et la mosquée (eaux grises seules)

Filtre végétalisé pour le traitement et la valorisation des eaux grises de l'école et de la mosquée de Ayad Ifrah, Maroc.

Marc Wauthélet, Mai 2010.

L'école E3 rejette 130 à 260 litres d'eaux grises par jour, sauf en périodes de congé.

La mosquée en rejette 125 à 370 litres par jour.

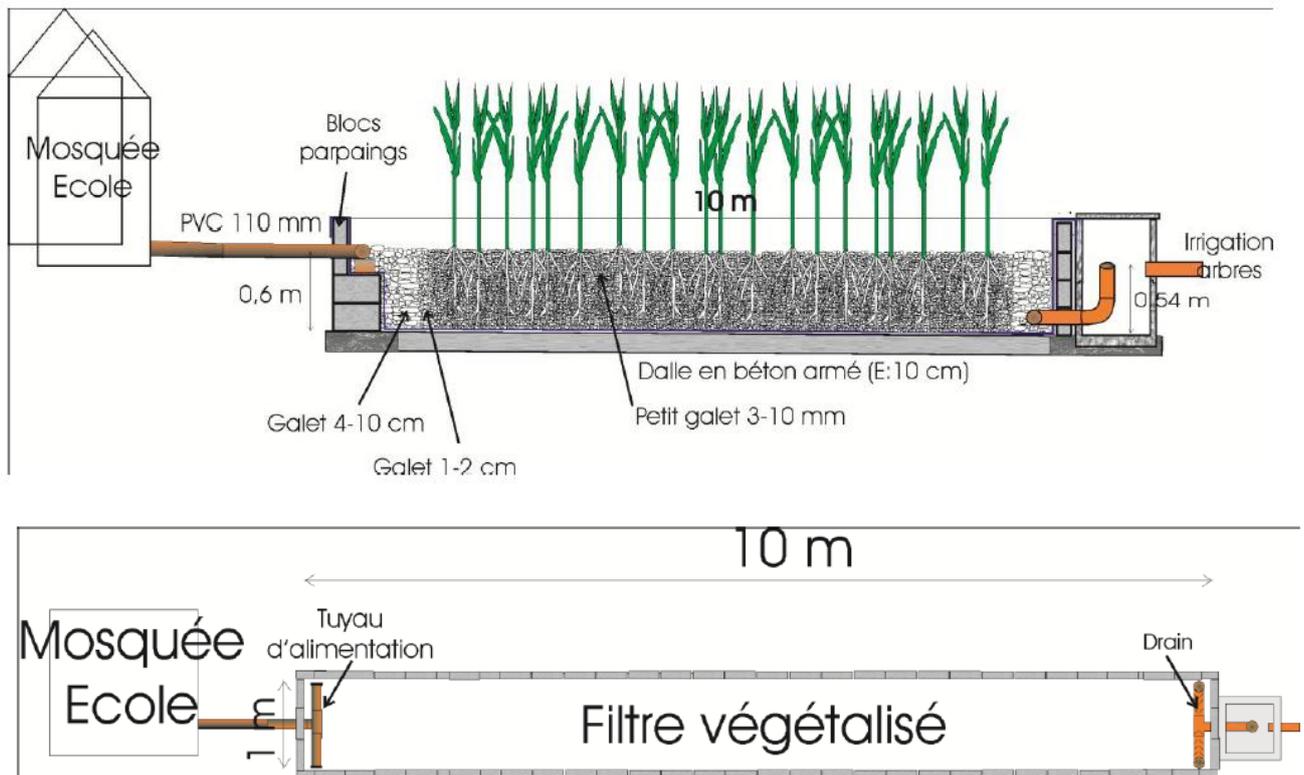
En tenant compte des conditions locales, un filtre végétalisé de 10 m² serait suffisant pour épurer ces eaux. Les plantes utilisées seront des 'cannes de provence' (*Arundo Donax*) disponibles localement dont les tiges ligneuses et les feuilles sont utilisées entre autre en artisanat et en construction (voir photo ci-dessous).



En été, le filtre végétalisé évaporera toutes les eaux grises. En hiver, jusqu'à 500 litres d'eau épurées seront rejetées par le système. Cette eau peut être infiltrée dans un sol planté d'arbres.

Les eaux grises devront être conduites dans des tuyaux enterrés (à 60 cm de profondeur) PVC 110 mm.

Schémas du filtre végétalisé :



Matériaux nécessaires au filtre végétalisé.

Filtre végétalisé 10 m x 1 m	Nbre.	Unité	Prix TTC	Usage
Maçonnerie				
Blocs béton (39X19X14)	240	u.		(parois du filtre)
Béton armé 200 kg acier/m ³	2,009	m ³		(dalle filtre et CV)
Fer rond acier 8 mm	400	kg		(fond cellule)
Chambre visite (CV 60 x 60)	1	u.		(Regards (côté aval))
Rehausses 60x60	2	u.		(Regards (côté aval))
Dalle CV 60x60	1	u.		(Couverture CV)
Sable et ciment pour Mortier	3	m ³		(parois du filtre)
Produit hydrofuge (sika)	3	kg		(parois CV et filtre)
Goudron	10	kg		(parois CV et filtre)
Tuyauteries PVC Benor 110 mm				
Tuyaux	100	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)
Chapeau évent	2	u.		(drain)
Bouchon	4	u.		(tuyau alim et drain fond filtre)
Feutre (1 rouleau 50 m x 2 m)	1	u.		(couverture parois filtre)
Petit galet (3/10 mm)	6	t.		(remplissage du filtre)
Galet moyen (10/20 mm)	0,2	t		(entrée et sortie intermédiaires filtre)
Galet (40/80)	0,4	t		(entrée et sortie filtre)
TOTAL				

Annexe 6 : Dimensionnement d'un filtre végétalisé pour l'école et la mosquée (eaux grises et noires)

Filtre végétalisé pour le traitement et la valorisation des eaux grises de l'école et de la mosquée de Ayad Ifrah, Maroc.

Marc Wauthélet, Mai 2010.

L'école E3 rejette 130 à 260 litres d'eaux grises par jour, sauf en périodes de congé.

La mosquée en rejette 125 à 370 litres par jour.

Rapport expertise Marc Wauthélet 12-27 juin 2010 2^{ème} Mission Dayet Ifrah

Un élève rejette en moyenne 0,5 kg d'excréta et un litre d'eau dans les toilettes. Avec 59 élèves et 4 instituteurs, les trois toilettes de l'école rejettent 900 g DCO/j.

La mosquée (20 à 300 personnes/j) produit à peu près l'équivalent.

En tenant compte des conditions locales, un filtre végétalisé de 50 m² sera nécessaire pour épurer ces eaux. Les plantes utilisées seront des 'cannes de provence' (*Arundo Donax*) disponibles localement dont les tiges ligneuses et les feuilles sont utilisées entre autre en artisanat et en construction (voir photo ci-dessous).



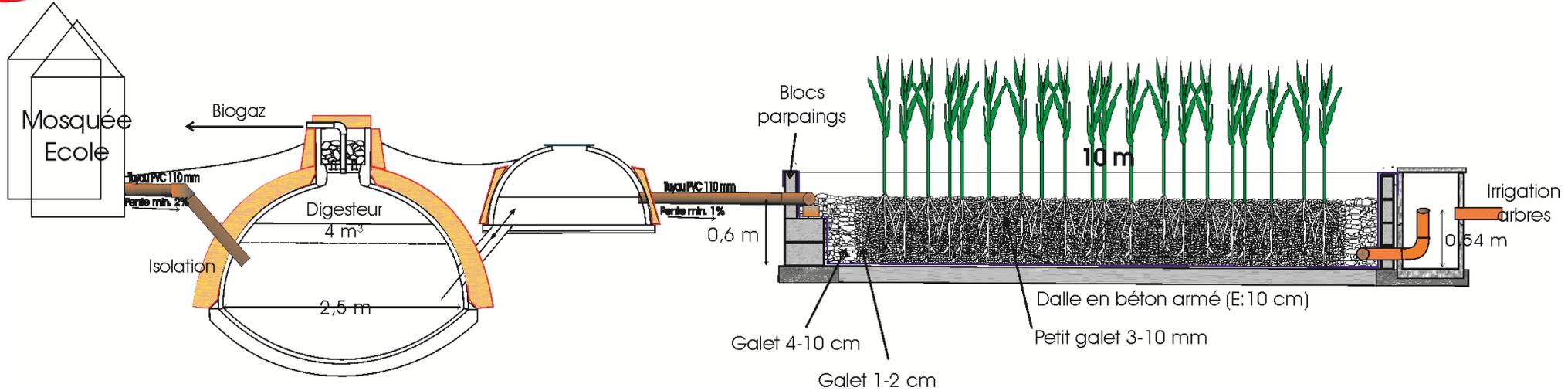
En été, le filtre végétalisé évaporera toutes les eaux usées. En hiver, jusqu'à 4000 litres d'eau épurées seront rejetées par le système. Cette eau peut être infiltrée dans un sol planté d'arbres.

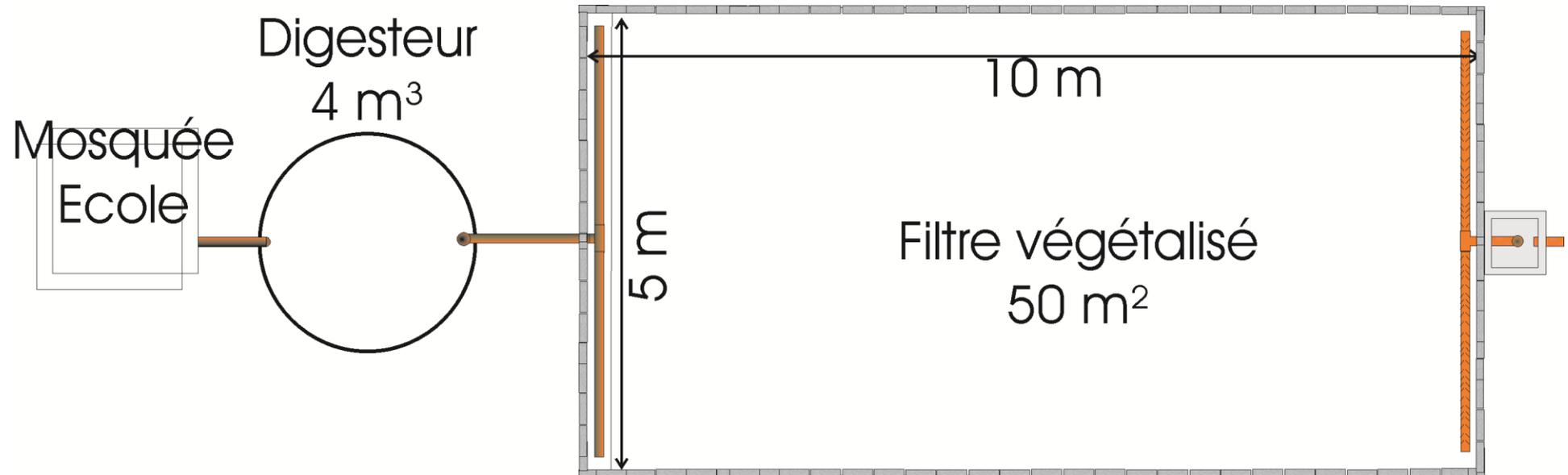
Les eaux grises et noires devront être conduites dans des tuyaux enterrés (à 60 cm de profondeur) PVC 110 mm ayant une pente de plus de 2%.

Elles seront pré-digérées dans une fosse septique (digesteur) de min. 4 m³ pour ensuite être traitées dans un filtre végétalisé de 50 m².

Le biogaz sera produit en très faibles quantités (env. 500 l/j en été) et sera rejeté dans l'atmosphère via un tuyau vertical de plus de 3 mètres.

Schémas de l'installation (fosse et filtre végétalisé) :







Matériaux nécessaires au filtre végétalisé.

	Nbre.	Unité	Prix TTC	Usage
Filtre végétalisé 10 m x 5 m				
Maçonnerie				
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 ³		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)
Tuyauteries PVC Benor 110 mm				
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)
TOTAL				

Matériaux nécessaires au digesteur.

Digesteur 4 m ³	Nbre.	Unité	Prix TTC	Usage
Ciment	1,4	t		Parois et fond
Sable	2,0	m ³		Parois et fond
Gravier pour béton	2,5	t		Fond
Acier 8 mm	50,0	kg		Couvercle
Moellons (gros galets ou pierres)	1,4	m ³		Fond
Bois coffrage	0,01	m ³		Béton
Buses 200 mm	2	unité		entrée
Buses 300 mm	1	u.		sortie
Madrier	1	u.		béton
Sikalite	10	kg		Parois intérieures
Bitume	15	kg		Parois intérieures
Tube galvanisé 1/2"	12	ML		Biogaz
Coude galvanisé 1/2 "	3	u.		Biogaz
Clous	1	kg		Coffrage
Fils attache fer à béton	1	kg		Couvercle
TOTAL				

Annexe 7: Photos des formations et constructions Juin 2010



Terrassement (manuel) du digesteur
30 m³



Terrassement (marteau pneumatique)
du digesteur 30 m³



Fondation du digesteur 30 m³



	<p>Montage des parois du digesteur 30 m³</p>
 <p>Isolation du digesteur par un mélange paille-argile</p>	
 <p>Construction du digesteur 4 m³ et filtre planté pour l'école et la mosquée (1)</p>	 <p>Construction du digesteur 4 m³ et filtre planté pour l'école et la mosquée (2)</p>



Construction du digesteur 4 m³ et filtre planté pour l'école et la mosquée (3)



Construction du digesteur 4 m³ et filtre planté pour l'école et la mosquée (4)