Val' Eaux Concept
GESTION DURABLE DE L'EAU

Association du Chemin des Claux

Hameau du Chemin des Claux
Mairie
34700 Olmet-et-Villecun

CONCEPTION D'UNE FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DE L'ECO-HAMEAU DES CLAUX PAR FILTRES PLANTES DE ROSEAUX

ETUDE D'AVANT-PROJETS

Val'Eaux Concept, Sarl au capital de 5 000 €
POLeN - Rue du Gévaudan – Parc Technologique de Valcroze – 48000 MENDE
Tél : 04 66 45 33 06 – Fax : 04 66 45 33 03 – contact@val-eaux-concept.com
SIRET : 500 257 902 00014 / RCS MENDE TGI 500 257 902 / TVA FR 005 00257 902

Membre du Réseau
Aquafiris

SOMMAIRE

1 - GENERALITES 5

1.1 - GEOGRAPHIE 5
1.2 - CARACTERISTIQUES DE CET ECO-HAMEAU 5
1.3 - NATURE DES SOLS 8
1.3.1 - zone 1 : Projet sud ou situé au bas des parcelles 8
1.3.2 - zone 2 : Projet nord ou situé en haut des parcelles 9
1.4 - HYDROLOGIE 9

2 - DESCRIPTION DU PROJET D'ASSAINISSEMENT 11

2.1 - CONTEXTE 11
2.2 - CARACTERISTIQUE DES EAUX USEES A TRAITER 11
2.3 - RESENCEMENT DU NOMBRE D'HABITANTS PAR MAISON 12
2.4 - CHARGE HYDRAULIQUE JOURNALIERE MOYENNE, MAXIMALE, NOMINALE 13
2.5 - CHARGES POLLUANTES MOYENNE, MAXIMALE, NOMINALE ENTRANTES 13
2.6 - LE REJET 14
2.6.1 - zone 1 : Projet sud ou situé au bas des parcelles 14
2.6.2 - zone 2 : Projet nord ou situé en haut des parcelles 14

3 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE FILIERE VEGETALISEE 15

3.1 - DESCRIPTION DE LA FILIERE ET DES DIFFERENTS SCENARII 16
3.1.1 - Réseau de collecte 16
3.1.2 - Prétraitement : 16
3.1.3 - solution 1 : Filière a 2 etages plantes de roseaux 17
3.1.4 - solution 2 : 1 filtre vertical 19
3.1.5 - solution 3 : traitement localise des eaux ménagères 20

4 - DIMENSIONNEMENT 22

4.1 - RESEAU DE COLLECTE 22
4.2 - SOLUTION DE BASE A 2 ETAGES DE TRAITEMENT : SOLUTION 1 22
4.2.1 - dimensionnement des ouvrages d'épuration 22
4.2.2 - le système d'alimentation 22
4.2.3 - le premier étage de traitement 22
4.2.4 - le second étage de traitement 23
4.2.5 - ouvrage de sortie 23
4.2.6 - la zone d'infiltration 23
4.3 - SOLUTION 2 : FILIERE A UN ETAGE DE TRAITEMENT 24
4.4 - SOLUTION 3 : FV1 POSITIONNES AU PLUS PROCHE DES MAISONS 24
4.4.1 - description 24
4.4.2 - dimensionnement du réseau 25
4.4.3 - le système d'alimentation 25
4.4.4 - L'étage de traitement 25
4.4.5 - ouvrage de sortie 26
4.4.6 - les zones d'infiltration 26

5 - ESTIMATION DES DEPENSES D'INVESTISSEMENT 27

5.1 - SOLUTION 1 27
5.2 - SOLUTION 2 28
5.3 - SOLUTION 3 28

6 - TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTES SOLUTIONS PROPOSEES 29

7 - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 30

8 - PLANS DE CONCEPTION 33

AVANT PROPOS

L'Association du Chemin des Claux projette la construction d'un « ***éco-hameau*** » ou « éco-village » sur la commune d'Olmet-et-Villecun. Il s'agit de la construction d'habitations ayant une perspective d'autosuffisance, reposant sur un modèle économique alternatif. L'écologie y a également une place prépondérante : la priorité étant de redonner une place plus équilibrée à l'homme, en harmonie avec son environnement, et ce dans le respect des écosystèmes présents.

Le principe de base est de ne pas prendre à la terre plus qu'on ne peut lui retourner. Le modèle de « l'éco-hameau », tente, le plus possible, d'intégrer l'habitat humain dans ***l'écosystème naturel*** par l'intégration de communautés viables basées sur le *développement durable*.

Ainsi, l'Association à pour but de mettre en œuvre, en parallèle à la construction des habitats, une filière d'assainissement respectueuse de ces principes. Pour ce faire, cette étude d'avant-projets a pour objectif de proposer une filière d'assainissement **d'eaux usées ménagères** adaptée aux objectifs de l'Association. Ce qui signifie que, toujours dans la même perspective, les maisons seront dotées de ***toilettes sèches***. Une première définition du projet global a été élaborée par un cabinet d'architectes / M. Guy Renaux, de Lodève et par une paysagiste / Mme Nathalie Lucas, basée à Montpellier.

La volonté du maître d'ouvrage est d'installer un système qui soit pérenne et respectueux de l'environnement faisant appel à une filière rustique de type Lits Plantés de Macrophytes. Outre le traitement des eaux usées ménagères de l'ensemble de cet éco-hameau, les Lits Plantés de Macrophytes constituent un aménagement paysager qui valorise cet investissement

Le zonage d'assainissement indique que la parcelle concernée par ce projet est située dans un secteur devant prévoir une filière **d'assainissement autonome ou semi-collectif**.

Il est à noter, qu'ici, le dispositif d'assainissement est de type non collectif, non individuel, et recevant des charges brutes de pollution organique supérieures à 1,2 kg/j de DBO5. Ils relèvent donc de l'arrêté du 22 Juin 2007.

La mission confiée au Bureau d'Etudes Val'Eaux Concept est de faire le point sur les contraintes qu'impose le site (pédologie, topographie, environnement, aménagement...) et proposer une filière adaptée pour assurer la protection du milieu récepteur. La présente phase d'avant-projet étudie la faisabilité de divers scenarii dont les variables intègrent les aspects conceptuels, d'agencement, topographiques, …

Une fois le scenario de traitement définit d'un point de vue règlementaire et d'agencement foncier, la phase conception fournira le dimensionnement de la station de traitement sur la base d'un mémoire explicatif et justificatif, des plans de conception associés et d'un détail estimatif quantitatif du projet.

Ci-dessous le projet tel qu'élaboré par l'architecte et la paysagiste ; Il précise le concept d'habitat groupé et intégration paysagère et permet de visualiser la disposition envisagée des habitations sur la parcelle.

Principes d'aménagements : habitat groupé et intégration paysagère

Les bâtiments s'inscrivent parallèlement aux terrasses en 2 bandes dans les parties basses du terrain pour minimiser l'impact des constructions et assurer la continuité du bâti, tout en offrant une exposition favorable sans masque. Leur implantation sur les terrasses basses permet également d'éviter les désagréments visuels liés à l'impact des serres et sonores liés au bruit de l'A75

> **Préserver les terrasses existantes**, restauration des murs en pierre sèche
> **Maintenir au maximum la végétation arborée existante** le long des terrasses et la partie boisée conservée en l'état et entretenue.
> **Favoriser la conception bioclimatique et l'utilisation des énergies renouvelables** pour les constructions : solaire passif, eau chaude solaire, chauffage d'appoint bois, possibilité d'utiliser la géothermie
> **Planter des arbres à feuilles caduques et aménager des treilles pour l'ombrage estival** au sud et à l'ouest des maisons et de l'espace commun.

Guy Renaux, architecte, Lodève / Nathalie Lucas, paysagiste, Montpellier

12

1 - GENERALITES

1.1 - GEOGRAPHIE

Carte IGN

Le site est localisé au sud de Lodève, sur la commune d'Olmet-et-Villecun au niveau du chemin des Claux. Les parcelles concernées par l'assainissement se trouvent à mi chemin entre les villages d'Olmet et du Puech sur un secteur appelé « Le Claux », situé à une altitude moyenne de 165 mètres environ, au-dessus du niveau de la mer. Les parcelles sont desservies par la route départementale 148 qui les longe sur leur face sud.

1.2 - CARACTERISTIQUES DE CET ECO-HAMEAU

L'ensemble des habitations prévues dans ce projet d'assainissement est composé exclusivement d'habitations neuves utilisées comme habitat permanent.

Il est prévu la construction :

- de 10 maisons de type 3 ou 4,
- d'une maison commune d'environ 100 à 120 m² (comprenant une salle d'activité et 1 à 2 chambres d'hôtes),
- d'un atelier commun de 60 m²
- et des dépendances « partagées » dont les caractéristiques sont la mise en commun de locaux/ou matériel, tel que : buanderie, abris à vélos, abris pour le bois de chauffage, four à pain…

Ci-dessous, une vue aérienne du site (*extrait de google earth*) :

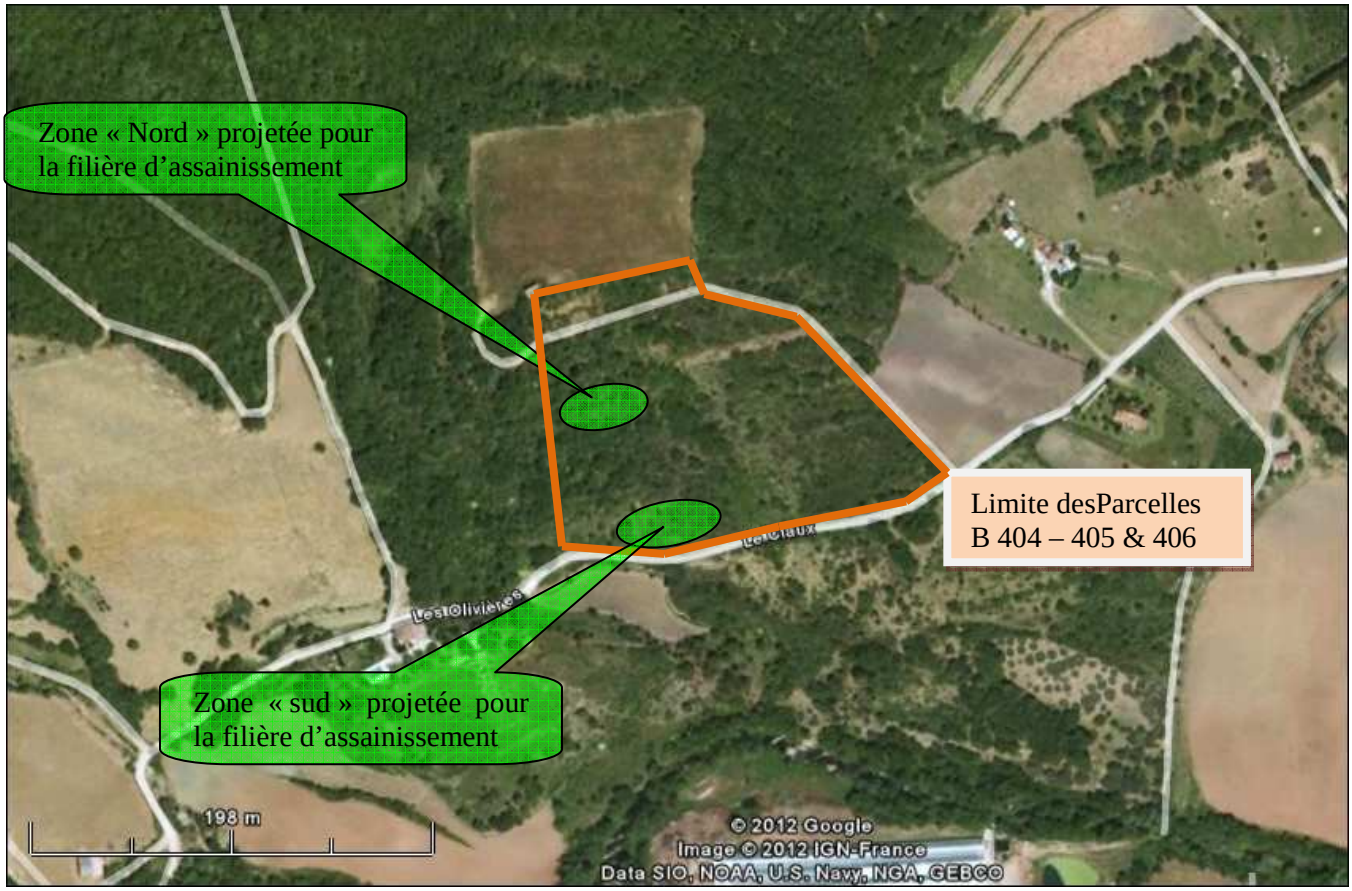
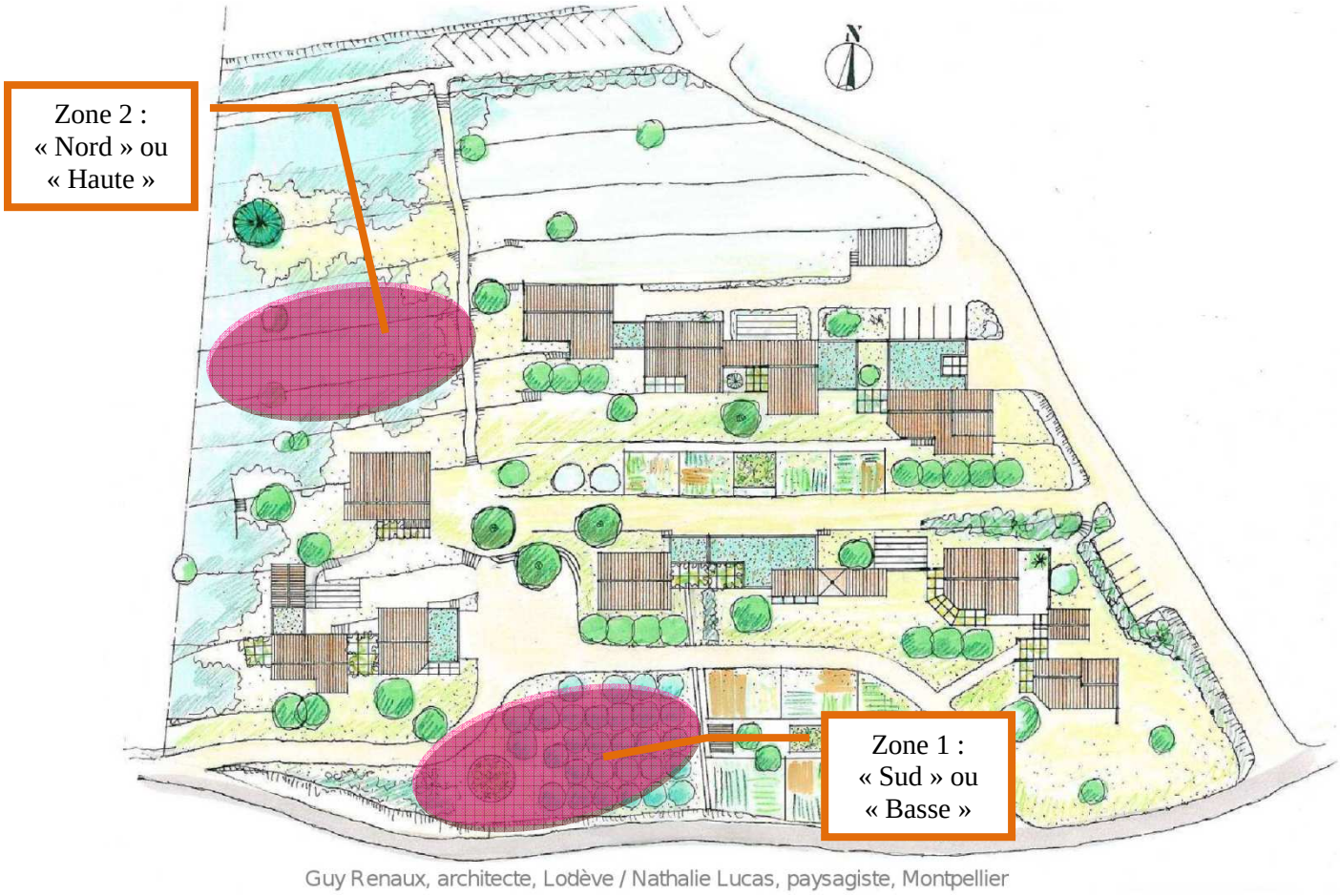


Photo 1 : Vue aérienne éco-hameau du Claux

Nota : La justification des zones pressenties, est présentée plus loin dans le document.

La disposition des habitations sur la parcelle est indiquée par le schéma de montage suivant :



Suivant ces dispositions, il est envisageable d'implanter la filière d'assainissement sur deux secteurs « non occupés » des parcelles. Les mesures de dénivelés ainsi que la perméabilité du sol sur ces 2 zones conduiront à établir certains choix dans les différentes options possibles pour la mise en œuvre de cet assainissement.

Une 3ème solution de traitement sera proposée, consistant en un traitement localisé par « groupement d'habitations ».

1.3 - NATURE DES SOLS

Lors de la visite sur le terrain, en avril 2012, 4 sondages ont été réalisés à la tarière manuelle. Ces sondages ont été effectués dans deux zones parcellaires présumées, destinées à l'infiltration des eaux traitées :

- l'une au bas de la parcelle B 404 qui semble satisfaire à ce rôle du fait qu'elle ait été jadis cultivée (projet « sud » de la filière)

- l'autre sur un bancels intermédiaire sur lequel la zone d'infiltration devrait être située si le projet d'implantation « nord » était retenu.

Les informations données par le BRGM indiquent la présence d'un sol de grès avec du schiste à matière organique ; De plus, suivant les endroits de la parcelle, le BRGM note la présence de pélites* rouges ou grises (datant du Permien inférieur**).

Nota : **Pélite = roche sédimentaire composée d'éléments fins*

*** Permien inférieur = datation sur l'échelle des temps géologiques de 299,0 ± 0,8 à 251,0 ±0 ,4 million d'années*

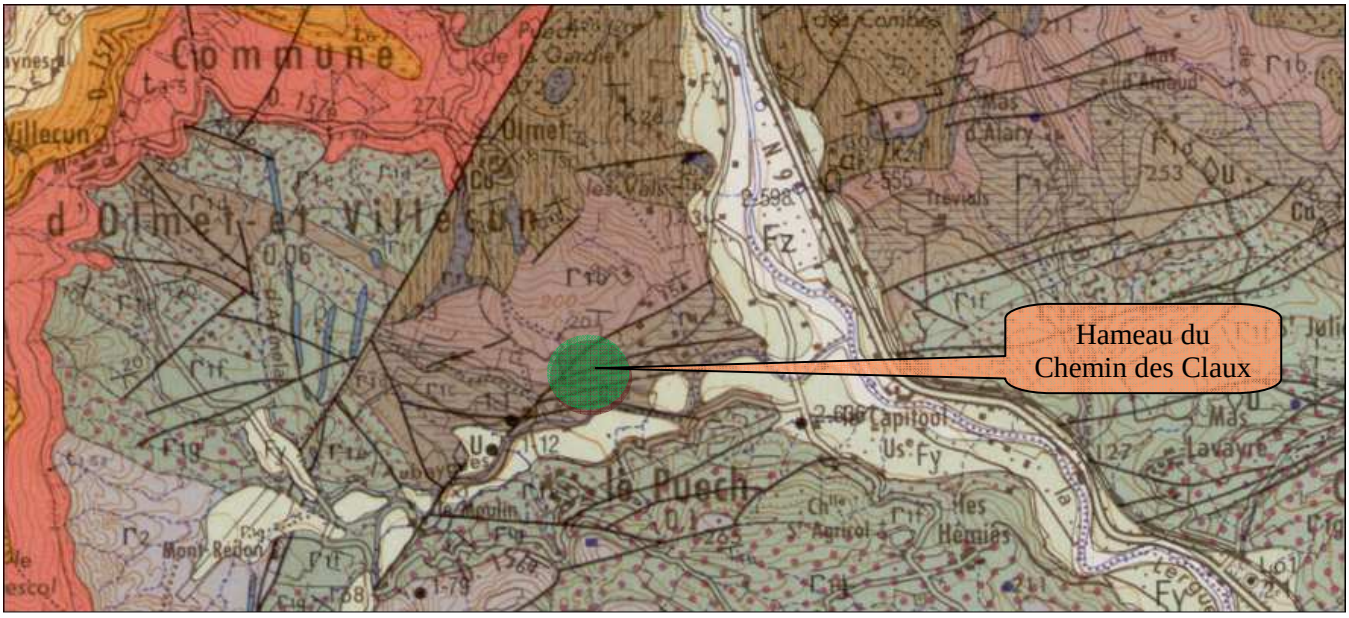


Photo 2 : Extrait carte géologique 1/25 000 (BRGM)

1.3.1 - ZONE 1 : PROJET SUD OU SITUE AU BAS DES PARCELLES

L'analyse pédologique de la zone sondée indique une formation géologique légèrement différente sur les 2 sondages réalisés. Le terrain se définit par :

- Un horizon de surface composé de terre végétale sur une vingtaine de centimètres en P1 ; 10 cm en P2
- Un substratum composé essentiellement de graviers et de sable (sur une hauteur d'environ 30 cm), puis d'agglomérats humides de couleur ocre/jaune en P1. Et de loam sableux avec de nombreux graviers en P2 (avec un sol possédant une très faible « cohésion »).
- Présence de la roche vers 90 cm de profondeur en P1 et environ 35 cm en P2

- Aucunes traces d'hydromorphie*.

**Hydromorphie = résultat visible de l'engorgement antérieur d'un sol ; c'est à dire que la présence prolongée de l'eau dans le sol (à certaines périodes) a laissé des traces repérables par leurs couleurs orangées ou noirâtres.*

Les tests de perméabilité révèlent une capacité d'infiltration du sol de très peu à moyennement perméable ($10 < K_{(mm/h)} < 38$).

On ne note pas de nappe à faible profondeur sur la parcelle.

Ainsi, on constate que la hauteur de la nappe et la texture du sol sont favorables à l'infiltration d'eaux usées traitées avec une perméabilité suffisante.

Il important de rappeler que pour les filières « filtres plantés de macrophytes » les contraintes à prendre en compte concernent les capacités d'infiltration. Les aptitudes du sol pour le traitement sont secondaires puisque celui-ci est effectué dans des bassins étanches, garnis de graviers et végétalisés.

1.3.2 - ZONE 2 : PROJET NORD OU SITUE EN HAUT DES PARCELLES

L'analyse pédologique de la zone sondée indique une formation géologique « relativement homogène sur l'ensemble de ce secteur ». Le terrain se définit par :

- Un horizon de surface composé de terre végétale sur 15 centimètres
- Un substratum composé tout d'abord de sable et d'argile avec de nombreux graviers (sur une hauteur d'environ 20 cm), puis de loam limoneux de couleur rouge, ocre, gris et jaune de haut en bas (avec moins de gravier).
- Présence de la roche vers 50 cm de profondeur
- Aucunes traces d'hydromorphie*.

**Hydromorphie = résultat visible de l'engorgement antérieur d'un sol ; c'est à dire que la présence prolongée de l'eau dans le sol (à certaines périodes) a laissé des traces repérables par leurs couleurs orangées ou noirâtres.*

Les tests de perméabilité révèlent une capacité d'infiltration quasi nulle, voire imperméable
$1,2 < K_{(mm/h)} < 1,9$.

On ne note pas de nappe à faible profondeur sur la parcelle.

Ici on constate que la hauteur de la nappe est compatible avec une infiltration mais la texture du sol et la très faible capacité d'infiltration du terrain rendent l'évacuation des eaux traitées dans le sol immédiatement sous-jacent impossible.

1.4 - HYDROLOGIE

Le réseau hydrographique local est constitué d'un talweg pentu situé à l'Ouest : il s'agit du ***ruisseau de la Combe***. Il coule à environ 40 à 50 m de la bordure la parcelle. Il est entièrement sec en période normale. Seuls, lors d'épisodes très pluvieux, un écoulement peut apparaître. La sensibilité hydrologique de ce Talweg est modérée.

Le terrain sur lequel l'assainissement va être implanté est situé sur le bassin versant de ***La Lergue*** (photo n°3). En amont, le ruisseau de la Combe alimente L'Aubaygues. La Lergue se trouve à plus de 1200 mètres du projet.

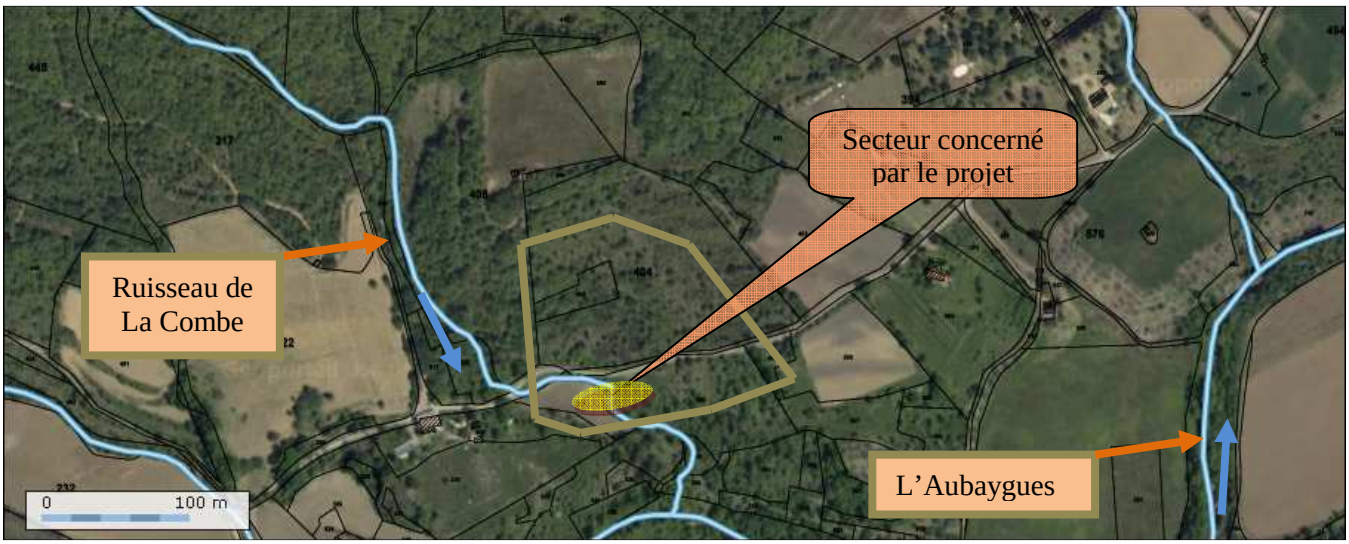
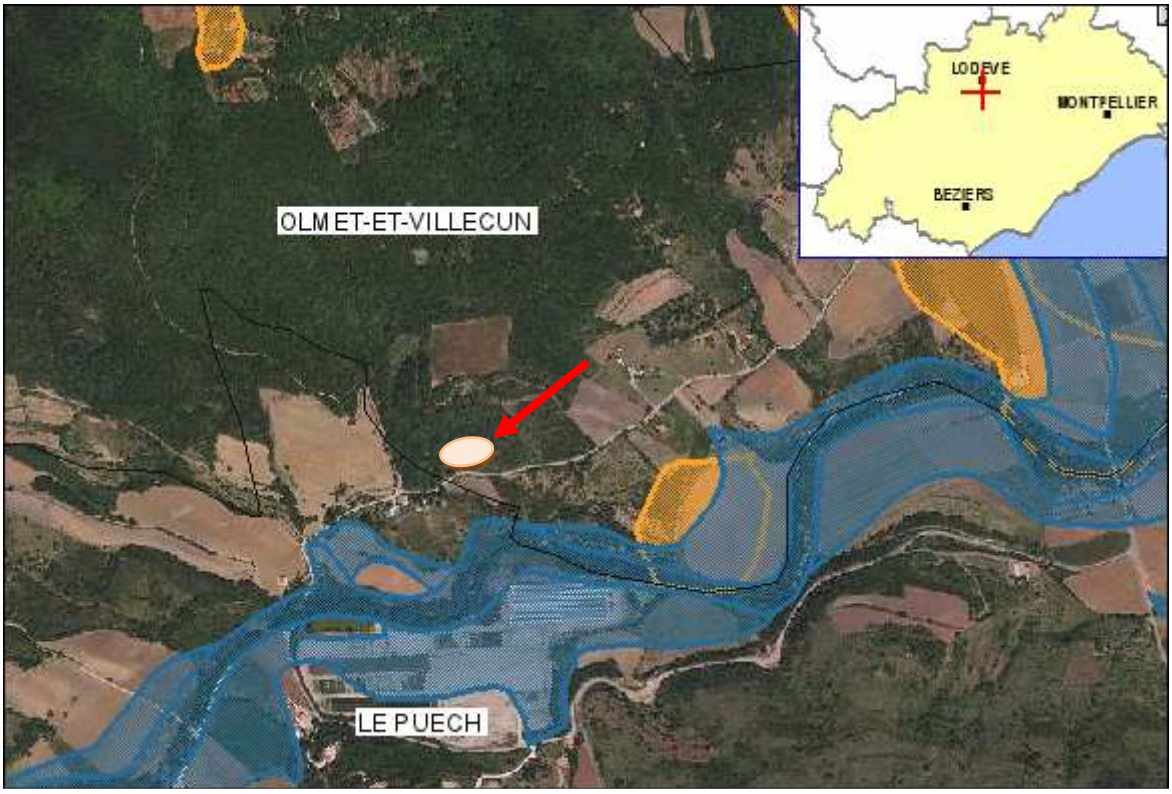


Photo 3 : Vue aérienne du secteur « Le Claux » avec indication de l'hydrologie locale (Source / Géoportail)

Le site n'est pas situé dans un périmètre de protection de captage d'eau potable.

Un ancien puits est matérialisé sur la parcelle 405. Celui-ci, à sec pratiquement toute l'année, hors périodes pluvieuses exceptionnelles, ne sera pas conservé dans l'aménagement de l'éco-hameau.

De même, le terrain concerné par le projet ne fait pas l'objet de risque d'inondation comme indiqué sur la photo ci-dessous issue du site d'évaluation des risques inondations mis en place par le Ministère de l'Environnement.



Vue aérienne du secteur « Le Claux » avec indication des zone inondables (Source / cartorisque.prim.net)

2 - DESCRIPTION DU PROJET D'ASSAINISSEMENT

La filière de traitement des effluents envisagée fait appel à la technique des lits plantés de macrophytes.

Les atouts de cette filière résident non seulement dans **l'agrément paysager** qu'elle peut apporter, mais surtout dans son **autonomie** de fonctionnement : sans avoir de boues à vidanger et moyennant un entretien minime, l'effluent est épuré de façon satisfaisante toute l'année. La rusticité de la filière permet une grande tolérance aux variations de charges hydrauliques (jusqu'à $3.50 m.m^{-2}.j^{-1}$ sur le compartiment alimenté en alimentation de pointe mensuelle) et organiques (jusqu'à 1400mg DCO/L pendant de courtes périodes) ainsi qu'aux variations de température.

2.1 - CONTEXTE

Le terrain disponible pour installer la filière de traitement est situé sur les parcelles cadastrées section B n°^{s} 404 - 405 & 406. La surface totale de ces parcelles est de 18 410 m².

La disposition des habitations fournie par le Cabinet d'Architecte et mentionnée page 7, laisse la possibilité de disposer la filière d'assainissement sur deux zones des parcelles. La zone 1 ou « Sud »devrait permettre de collecter une partie des eaux en gravitaire , ce qui n'est, en revanche, pas réalisable pour la zone 2 ou « Nord ». En effet, un poste de relevage des eaux usées ménagères serait impérativement nécessaire pour ce secteur.

2.2 - CARACTERISTIQUE DES EAUX USEES A TRAITER

Les eaux à traiter sont des **eaux usées exclusivement ménagères** issues des salles de bain, des cuisines, des eaux de lavage de surface… Pour ce qui est des matières fécales, chaque habitation disposera de **« toilettes sèches** » ; ces résidus seront traitées séparément par système de compostage et ne rejoindront pas la filière.

De plus, aucun effluent agricole ou lié à une activité industrielle ou artisanale de quelque nature que ce soit, n'est à intégrer dans le projet d'assainissement.

Les eaux pluviales et trop-plein de sources devront être collectés séparément et ne sont pas concernés par cette étude. En aucun cas, elles ne devront rejoindre la filière de traitement des eaux usées.

Pour calculer les charges à traiter, les paramètres débit, DBO_5, DCO et MES font référence.

2.3 - RESENCEMENT DU NOMBRE D'HABITANTS PAR MAISON

Selon la configuration du projet, chaque bâtiment est détaillé de la façon suivante :

	Foyer	Nombre d'habitants permanents	Nombre moyen d'invités	Nombre d'habitants maximum	Nombre total d'habitants potentiels	Surface habitable (m²)	Nombre de pièces d'habitation	Nombre de pièces de sommeil	Nombre de pièces de séjour	Nombre de pièces d'eau (cuisine +sdb+buanderie)
Regroupement 1	*VIII*	3	1	8	4	95	10	4	2	4
	IX	2	2	8	4	130	8	4	1	3
	X	2	1	6	3	117	7	2	2	3
Regroupement 2	III	2	1	6	3	150	7	3	1	3
	IV	4	1	8	5	80	8	3	2	3
	V	2	2	5	4	100	7	3	1	3
	VI	2	1	8	3	100	7	3	2	2
Regroupement 3	I	1	1	6	2	60	6	2	2	2
	II	2	1	8	3	130	8	3	2	3
	XI	4	1	6	5	90	6	3	1	2
	VII Maison commune	0	1		1	100	4	0	2	2
	TOTAL	**24**	**13**	**69**	**37**	**1152**	**78**	**30**	**18**	**30**

Selon les informations fournies par le Maître d'Ouvrage (tableau ci-dessus), la répartition saisonnière des charges hydrauliques et organiques du hameau des Claux est déterminée de la façon suivante :

	Basse Saison	Moyenne saison	Haute Saison
Nombre d'occupants	24	37	69
Charge hydraulique en eaux ménagères[1] (m3.j-1)	2,4	3,7	6,9
Charge organique des eaux ménagères[2] (Kg DBO.j-1)	0,72	1,11	2,07
Capacité (EH) D'après charge hydraulique D'après charge organique	 14 12	 22 19	 41 35

La capacité retenue pour la filière de traitement considérant les variations de charges saisonnières est de 22 Equivalents-Habitants

Cette capacité de traitement est calculée pour les ratios standards de charge d'un Equivalent-Habitant.

2.4 - CHARGE HYDRAULIQUE JOURNALIERE MOYENNE, MAXIMALE, NOMINALE

La charge hydraulique nominale (Q_m) considérée selon la capacité de traitement à atteindre est de **3,3 m^3/j** (base : 150 L/EH.j).

Le débit de pointe horaire (Q_p) est de **0,41 m^3/h** (avec Q_p=p x Q_m en L/s et p=3)

2.5 - CHARGES POLLUANTES MOYENNE, MAXIMALE, NOMINALE ENTRANTES

Les eaux usées produites sont exclusivement des eaux usées ménagères. Selon la capacité nominale de 22 EH calculée précédemment à partir des ratios d'eaux usées communément admis[3], nous retenons les concentrations suivantes :

- **DBO_5** ..... **400 mg / L**
- **DCO** ..... **800 mg / L**
- **MES** ..... **600 mg / L**

[1] Débit unitaire en eaux ménagères = 90L/j

[2] Charge organique unitaire en eaux ménagères = 30g DBO/j

[3] $DB0_5$: 60 g/EH.j ; DCO : 120 g/EH.j ; MES : 90 g/EH.j ; volume 150 L/EH.j).

Les charges polluantes nominales quotidiennes correspondantes sont les suivantes :

	Eco -hameau du Chemin du Claux
DBO_5	**1,32 kg DBO_5/j**
DCO	**2,64 kg DCO/j**
MES	**1,98 kg MES/j**

2.6 - LE REJET

La capacité nominale de la station d'épuration est de 22 EH ; Les niveaux de rejets minimum à atteindre sont fixés par l'arrêté du 22 juin 2007 relatif « à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5 ».

Sauf réglementation locale plus contraignante, les niveaux de rejet à atteindre sont :

Paramètre	**Concentration** à ne pas dépasser	**Rendement** minimum à atteindre
DBO5	35 mg/L	60%
DCO	-	60%
MES	-	50%

Mode de rejets prévus : Infiltration dans le sol en place.

Pour les filières de type « filtres plantés de macrophytes » les contraintes à prendre en compte concernent les capacités d'infiltration. Les aptitudes du sol pour le traitement sont secondaires puisque celui-ci est effectué au sein des filtres plantés.

2.6.1 - <u>ZONE 1 :</u> PROJET SUD OU SITUE AU BAS DES PARCELLES

La perméabilité des sols mesurée sur ce secteur ($10 < K_{(mm/h)} < 38$) permet d'envisager l'infiltration des eaux après traitement.

Calculé sur le débit de pointe horaire, la surface nécessaire à l'infiltration totale des eaux traitées sera comprise entre **10 et 40 m².**

Afin de protéger le milieu récepteur et conformément à l'arrêté préfectoral Hérault 2001-01-1567 daté du 18 avril 2001, **les eaux traitées seront infiltrées en totalité dans le sol.**

2.6.2 - <u>ZONE 2 :</u> PROJET NORD OU SITUE EN HAUT DES PARCELLES

La perméabilité du sol mesurée sur ce bancels destiné à l'implantation de la filière de traitement indique un sol imperméable à toute infiltration d'eaux, même traitées ($1,2 < K_{(mm/h)} < 1,9$). Ainsi, il est impossible de garantir l'infiltration, même partielle des eaux usées produites sur le site de l'éco-hameau.

Par conséquent, l'implantation d'une filière de traitement sur cette zone n'est pas retenue.

3 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE FILIERE VEGETALISEE

Ce paragraphe présente le principe de fonctionnement et la composition type d'une filière végétalisées. Des variantes et option de la solution de base seront proposées, dépendant de la perméabilité du milieu récepteur ainsi que de sa sensibilité.

L'épuration est effectuée au sein d'un massif filtrant, par les microorganismes associés à un système de rhizomes et de racines (rhizosphère). Ce système fait partie des **filières extensives à cultures fixées**.

La filière de traitement par filtres plantés de roseaux conçue à l'origine par le Docteur Keith SEIDEL et développée selon les recommandations de l'IRSTEA (ex CEMAGREF) est composée de **deux étages de traitement dimensionnés à 2m²/EH** (cf. schéma de principe ci-dessous). Le premier étage de traitement comprend 3 lits plantés de roseaux disposés en parallèle. Le second étage est constitué de deux lits parallèles, plantés de roseaux. Chaque étage est alimenté par l'intermédiaire d'une chasse hydraulique. Les eaux traitées peuvent être rejetées dans le milieu récepteur soit par infiltration dans le sol, soit directement dans le milieu hydraulique superficiel.

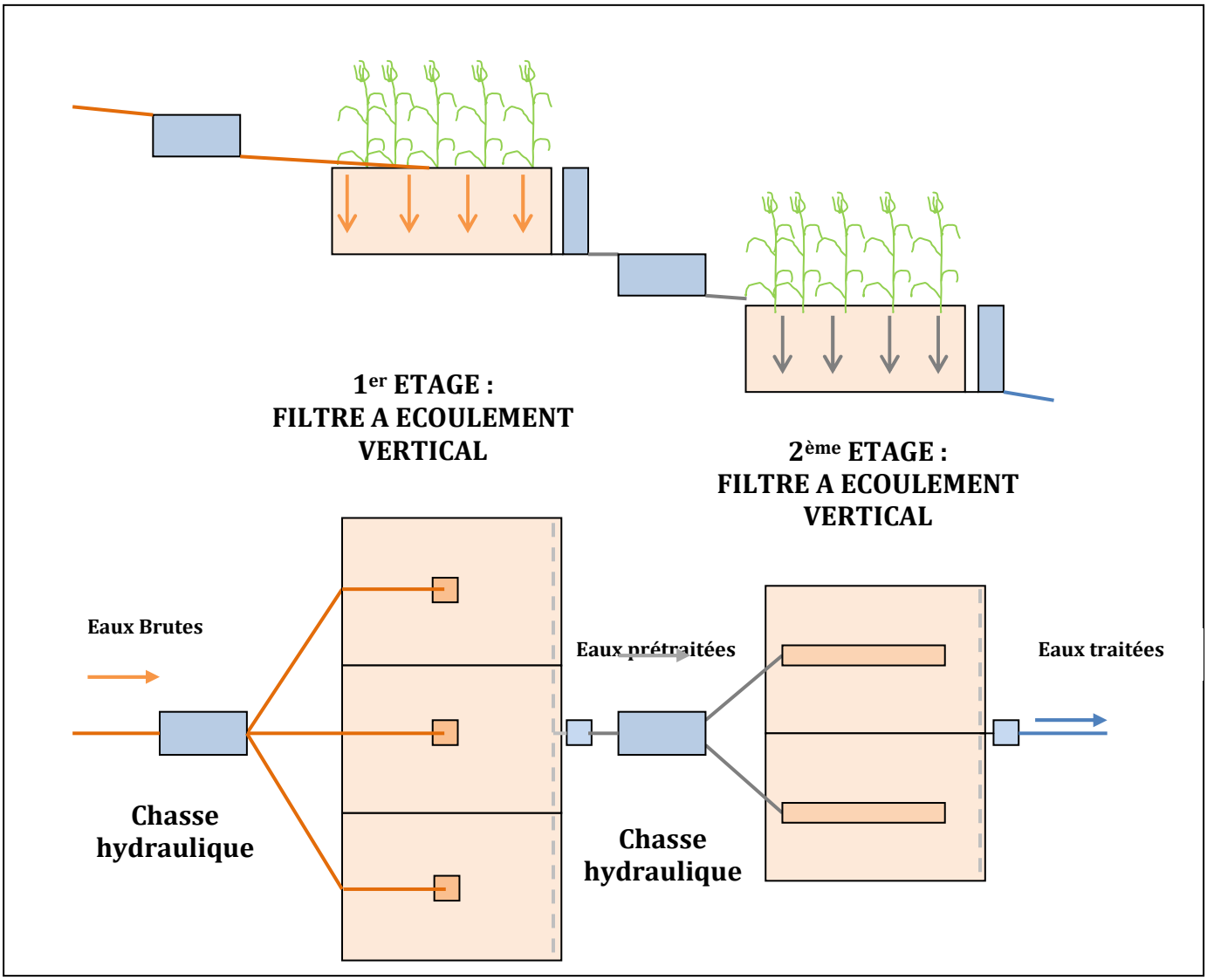


Schéma de principe d'une filière de traitement à 2 étages par filtres plantés de macrophytes

Le modèle de filière présenté ci-dessus est conçu et adapté pour traiter des eaux brutes composées d'eaux vannes et eaux ménagères.

Afin d'adapter la filière au projet de traitement d'eaux ménagères (pas de traitement d'eaux vannes), plusieurs options ou variantes de la filière Seidel peuvent être envisagées.

Ces options et variantes sont basées sur le type d'effluent alimentant la filière, sur les travaux menés sur les eaux ménagères par l'EAWAG en 2006 (Stefan Diener et Antoine Morel) ainsi que sur nos propres retours d'expérience.

Ainsi, parmi les différentes solutions à envisager seront étudiées :

- La mise en œuvre d'une filière à 2 étages de traitement
- La mise en place d'un second étage de traitement non étanché, permettant d'entamer l'infiltration à l'aplomb du 2nd étage de traitement et ainsi réduire l'emprise foncière de la station
- La mise en œuvre d'une filière composée d'un seul étage de filtration à écoulement vertical suivi d'une zone tampon boisée
- Le traitement local des eaux par groupement d'habitations

3.1 - DESCRIPTION DE LA FILIERE ET DES DIFFERENTS SCENARII

3.1.1 - RESEAU DE COLLECTE

La présente étude ne concerne pas le tracé du réseau de collecte des eaux usées.

Pour assurer la collecte des eaux usées plusieurs critères doivent être considérés :

- La pente du réseau de collecte sera de 3% minimum
- Un regard de visite sera positionné à chaque changement de direction ou à chaque raccordement d'antenne
- Le réseau de collecte gravitaire principal est en PVC diamètre DN 160

Si les conditions de pentes ne sont pas respectées, les eaux seront relevées par un poste de relevage équipé d'une pompe dont le volume utile et la puissance seront adaptées aux eaux collectées.

Les eaux pluviales et trop-pleins de source seront collectés séparément et ne pourront en aucun cas rejoindre la filière de traitement. Pour éviter toute arrivée d'eaux de ruissellement sur la station de traitement, il conviendra de prévoir un drainage des surfaces imperméabilisées.

3.1.2 - PRETRAITEMENT :

Un prétraitement de type bac à graisses, sera préconisé à la sortie de chaque habitation compte-tenu des distances à parcourir. Le bac à graisse a principalement pour fonction de protéger le réseau de collecte d'éventuels colmatages ; il protège également les ouvrages hydrauliques comme la pompe en cas de relevage des eaux usées. De plus, des regards de contrôle intermédiaires seront positionnés sur le réseau gravitaire tous les 10 à 15 mètres ou à chaque changement de direction, afin de faciliter l'entretien du réseau.

Les eaux usées alimentent la filière par l'intermédiaire d'un ouvrage assurant une répartition à fort débit et homogène des effluents sur la surface du filtre planté. Les matières solides se répartissent sur la surface des lits plantés sur laquelle elles sont stabilisées par déshydratation et compostage en conditions aérobies.

Notons néanmoins que dans le présent projet, les quantités de matières solides sont réduites du fait d'un traitement eaux ménagères et eaux vannes séparé.

3.1.3 - SOLUTION 1 : FILIERE A 2 ETAGES PLANTES DE ROSEAUX

Les ouvrages constitutifs de la filière sont décrits ci-après.

1er étage de traitement :

Cet étage fonctionne en écoulement vertical et en condition aérobie. Les effluents sont d'abord filtrés par une couche superficielle constituée de boues compostées et de gravillons fins ou sables, dans laquelle la rhizosphère est très développée. Ils sont ensuite drainés vers le bas dans une couche de graviers, et vers une dernière couche de galets.

Alimentation par alternance :

Trois Lits Plantés sont disposés en parallèle. L'ouvrage d'alimentation de la filière comprend un système de distribution manuel qui permet l'alternance de l'alimentation des Lits. La répartition des eaux est opérée par des rampes aériennes disposant d'un point d'alimentation central par lit.

Les périodes de repos sont indispensables pour la déshydratation et les processus d'humification des dépôts en surface : les matières solides fraîchement amenées sont alors égouttées et peuvent être compostées rapidement par assimilation à l'humus déjà présent.

Les plantes :

Cet étage est planté d'hélophytes (*Juncus, Lythrum salicaria, Glyceria aquatiqua,…)* ; ceux-ci, par la multiplication rapide de leurs rhizomes, assurent avec les lombrics un effet de labour, propice à la filtration car il permet au milieu épurateur (substrat, micro-organismes et rhizosphère) de rester aéré. Les cultures de micro-organismes fixées sur les granulats des Lits Plantés assurent une première phase de traitement biologique aérobie.

Le substrat :

Les granulats constituent le support d'une culture fixée de microorganismes, agents du traitement secondaire (traitement biologique aérobie de la matière organique dissoute).

Des drains d'aération complémentaires sont disposés dans les Lits pour optimiser l'aération du substrat.

La couche de surface composée de gravillons fins ou sables est utilisée comme support des plantes et des microorganismes ; qualités requises :

- porosité favorable à l'aération,
- surface développée importante pour les microorganismes,
- granulométrie non colmatante (les courbes granlométriques sont à analyser avec soins),
- régularité et propreté,
- inertie dans le temps,
- bon support pour les plantes et la couche humique.

Les graviers sont employés comme couche de transition ; qualités requises :

- granulométrie permettant la circulation de l'air,
- régularité et propreté,
- inertie dans le temps.

Les galets sont utilisés comme couche drainante en fond ; qualités requises :

- drainage horizontal avec faible perte de charge,
- régularité et propreté,
- ventilation par le fond des Lits Plantés,
- inertie dans le temps.

2ème étage de traitement :

Cet étage fonctionne sur les mêmes principes que le filtre planté du premier étage.

Classiquement, il dispose d'une chasse adaptée au déversement d'eaux claires.

Le deuxième étage se différencie du premier sur les points suivants :

- Le filtre planté dispose de deux lits parallèles, alimentés en alternance
- La répartition des eaux sur la surface des lits est opérée par l'intermédiaire de caniveaux.
- Le substrat se compose de :
  - Sable alluvionnaire assurant une filtration fine
  - Gravillons
  - Graviers
  - Galets
- Un regard de prélèvement permettant d'analyser la qualité de l'eau avant infiltration
- Variantes :
  - Contrairement au 1er étage de traitement, il pourra être décidé de n'opérer qu'une étanchéité partielle des lits du 2ème étage. Les eaux filtrées pourront ainsi en partie être infiltrées dans le sol, le surplus rejoignant alors la noue d'infiltration. Cette solution permet de réduire les coûts de la filière et réduire la taille de la zone de rejet.
  - Le second étage pourra être alimenté en gravitaire, sans intervention d'une chasse hydraulique intermédiaire. La répartition sur cet étage sera alors réalisée par l'intermédiaire de caniveaux bétons apposé sur la longueur de chacun des deux casiers

Rejet : La zone d'infiltration :

Pour être infiltrées, les eaux traitées sont distribuées dans une ou plusieurs noue(s) successive(s) (fossés peu profonds à berges évasées), de 50 cm de profondeur. La surface de la zone d'infiltration appelée également « ferti-irrigation » est dépendante de la perméabilité du sol.

Le sol intervient en tant que milieu poreux permettant l'infiltration des eaux, la rétention des matières particulaires résiduelles, ainsi que l'aération et le développement des végétaux. Mais le sol est aussi un réacteur biologique, dont la biomasse microbienne va dégrader les composés organiques dissous et transformer les composés azotés. La ferti-irrigation joue alors une fonction d'ouvrage de finition en cas de surcharge hydraulique en période pluvieuse par exemple.

La zone d'infiltration doit être considérée comme un ouvrage dont l'objectif principal est d'épargner le milieu récepteur et les masses d'eaux superficielles. Sa mise en œuvre correspond à un aménagement qui ne modifie pas notablement le site, et s'intègre bien dans le paysage. La ou les noues pourront être favorablement végétalisées par des espèces autochtones, adaptées aux milieux humides et à fort pouvoir d'évapotranspiration. Le Saule et le Peuplier par exemple développent dans le sol un abondant réseau racinaire fin qui génère des voies d'infiltration pour l'eau, et leurs racines traçantes maintiennent les berges.

La zone d'infiltration est également une ressource valorisable : bois d'ornement, bois de chauffage,…

Base de dimensionnement de la solution I :

La filière de traitement à deux étages est dimensionnée à 2m²/EH avec :

- 1er étage : 1.2m²/EH composé de 3 lits
- 2ème étage : 0.8m²/EH composé de 2 lits

La charge hydraulique surfacique est au moins égale à 0.5m3/m².j sur le casier alimenté du 1er étage

Selon les travaux de l'IRSTEA[4] les rendements épuratoires d'une filière de filtres plantés de roseaux à deux étages recevant une charge hydraulique inférieure à 0.75m/j sont :

Age de la station (an)	DCO		MES	
	Rdt (%)	Concentration de sortie (mg/L)	Rdt (%)	Concentration de sortie (mg/L)
2-6	91% +/-3	72mg/L	95%+/-2	30 mg/L
< 2	90%+/-2	80mg/L	94% +/-4	36 mg/L

Selon les travaux de MOREL et DIENER en 2006, le traitement d'eaux ménagères par filtres plantés de roseaux permet d'abattre 75 à 95% de la DBO entrante et 65 à 85 % des MES.

3.1.4 - SOLUTION 2 : 1 FILTRE VERTICAL

Sous réserve que les rejets d'eaux traitées soient réalisés par infiltration, dans un milieu récepteur non sensible, la filière végétalisée peut-être préconisée sous la forme d'une **filière à un étage avec rejet dans une zone d'infiltration**. Le sol en place va finaliser le traitement. Il sera alors nécessaire de réaliser 3 à 4 noues en parallèles, afin de permettre leur alimentation en alternance. Ainsi, un ressuyage et une régénération du milieu sera possible.

Tout en respectant les critères définis ci-dessus et pour une concentration maximale en DCO des eaux usées reçue comprise entre 520 et 1400mg/L, l'étage de traitement à écoulement vertical sera dimensionné à 1.5m²/EH (composé de 3 lits).

Selon les travaux de l'IRSTEA [4] les rendements et concentrations en sortie d'une filière de traitement à un étage, recevant une charge hydraulique inférieure à 0.6m/j sont :

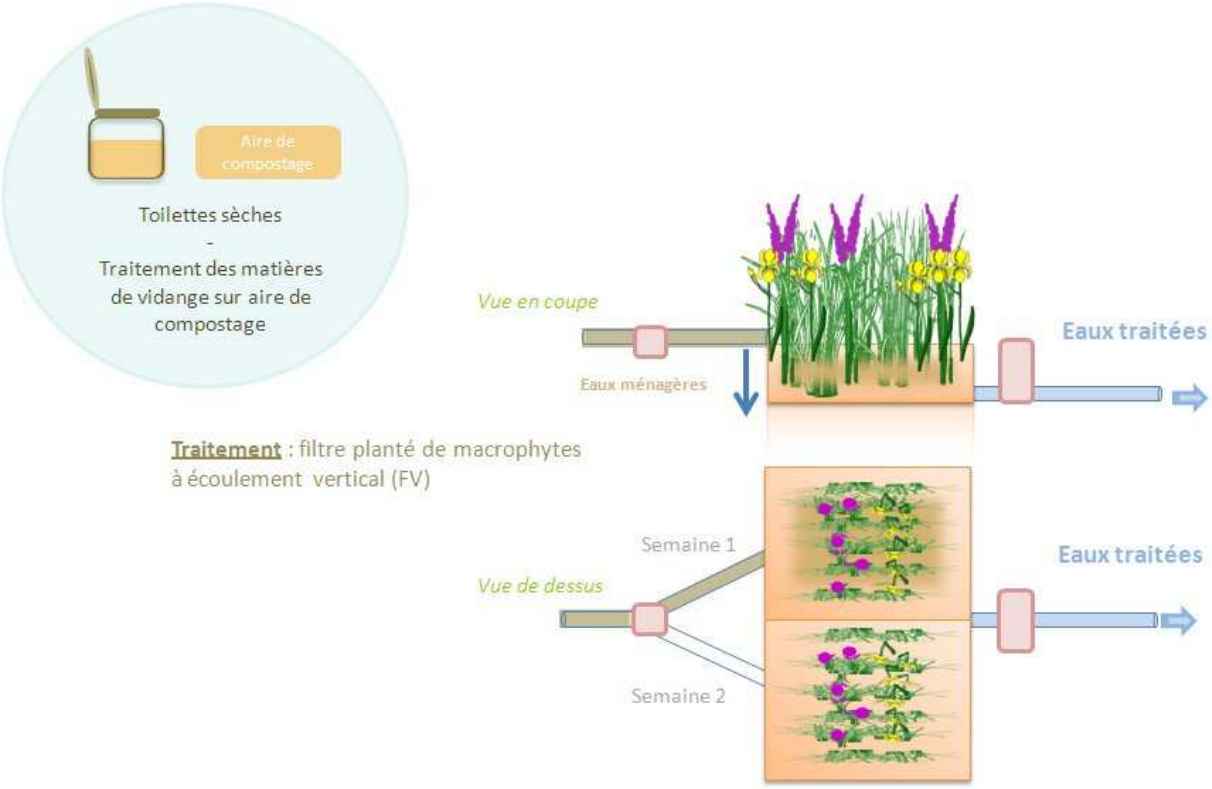
	DCO		MES	
	Rdt (%)	Concentration de sortie (mg/L)	Rdt (%)	Concentration de sortie (mg/L)
Ensemble des données	79% +/-3	131+/-20 mg/L	86%+/-3	33+/-6 mg/L
520<DCO<1400 (moy 840mg/L)	82%+/-3	145+/-24mg/L	89% +/-3	33+/-7 mg/L

[4] *Molle P. et al ; Traitement des eaux domestiques par marais artificiels : état de l'art et performances des filtres plantés de roseaux ; Ingénieries 2004, N° Spécial*

Cette solution permet de respecter les rendements de traitement minimum définis dans l'arrêté du 22 juin 2007.

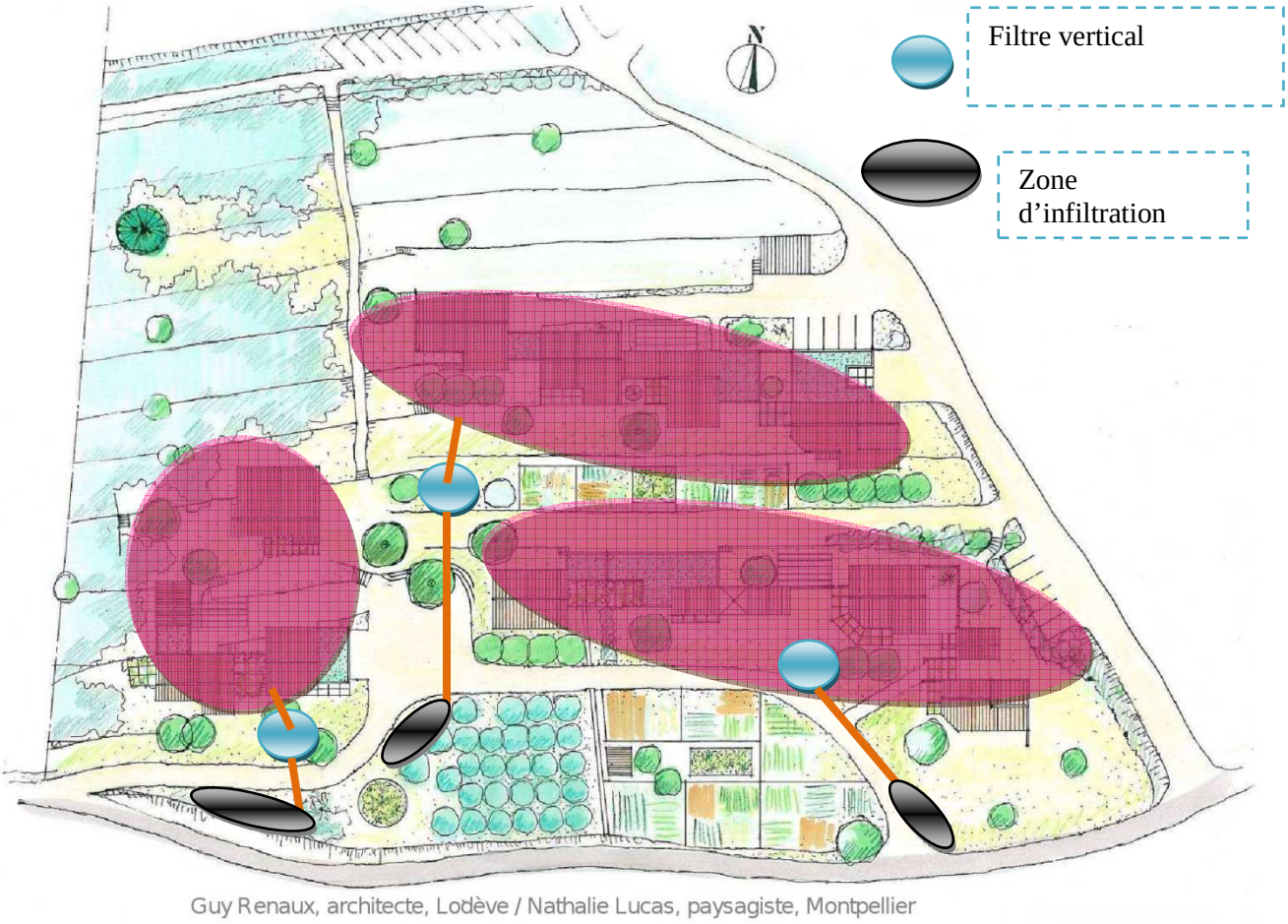
3.1.5 - SOLUTION 3 : TRAITEMENT LOCALISE DES EAUX MENAGERES

Cette solution consiste à traiter les eaux ménagères par groupement d'habitations.
Les eaux sont traitées plus « localement », pour des regroupements d'habitations, sur un étage de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical.
Le filtre planté est dimensionné pour chacun des 3 groupements d'habitations. Le rejet des eaux traitées est réalisé dans des zones d'infiltration indépendantes pour permette une meilleure évacuation et éviter les surcharges hydrauliques sur un seul et même secteur.



Suivant l'implantation des maisons, il est possible de distinguer 3 secteurs « d'habitats regroupés ».

2



Suivant cette disposition, les filtres verticaux groupés sont positionnés au plus près des bâtis (tout en respectant les règles de distances vis-à-vis de ceux-ci). Ils reçoivent, respectivement, les eaux provenant de 3 ou 4.maisons. Ensuite, ces eaux rejoignent la zone d'infiltration locale.

Note importante : Contrairement aux solutions 1 et 2 qui concernent le traitement des eaux usées groupées, d'une capacité de 22 EH, la solution 3 propose un mode de traitement pour des groupements d'habitations dont la capacité est inférieure à 20EH. De ce fait, cette solution répond aux exigences règlementaires de l'arrêté du 7 septembre 2009, modifié par l'arrêté du 7 mars 2012. La filière proposée ici ne dispose pas d'agrément ministériel mais a fait l'objet d'essais par Aquatiris, justifiant des performances d'une telle installation.

Le choix de cette solution devra faire l'objet d'une demande de dérogation auprès de la commune.

4 - DIMENSIONNEMENT

4.1 - RESEAU DE COLLECTE

Le dénivelé naturel du terrain est limitant du fait de l'agencement des habitations. La topographie du terrain naturel ne permet pas l'alimentation gravitaire de la filière de traitement (solution 1 et 2).

Ainsi, les eaux usées rejoindront la filière de traitement par un réseau de canalisations sous pression.

Le poste de relevage collectera gravitairement les eaux avant traitement.

Ce poste de relevage, dimensionné d'après les caractéristiques des eaux, la hauteur de relevage ainsi que le débit à atteindre en entrée de filière favorisera la répartition homogène des eaux usées sur le casier du filtre planté alimenté.

S'agissant du scenario 3, le filtre planté de chaque groupement d'habitations est agencé de manière à autoriser l'alimentation gravitaire.

Un bac à graisses de 200 litres équipera la sortie des eaux de cuisine de chaque habitation afin d'éviter à la fois les risques de colmatage du réseau (distance entre habitation et zone de traitement supérieure à 10 mètres) mais également pour protéger les ouvrages électromécaniques et cuves associées.

La pente de canalisation sera de 2% minimum jusqu'au poste de relevage

Les eaux pluviales seront collectées séparément et n'entrent pas dans la filière de traitement

4.2 - SOLUTION DE BASE A 2 ETAGES DE TRAITEMENT : SOLUTION 1

4.2.1 - DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EPURATION

Le dimensionnement de la filière végétalisée est réalisé pour assurer le traitement d'une capacité nominale de 22 Equivalent-Habitants.

4.2.2 - LE SYSTEME D'ALIMENTATION

L'alimentation de la filière est assurée par le poste de relevage amont. Le volume de bâchée devant alimenté l'étage de traitement sera compris entre 200 et 400 litres assurant une lame d'eau de 2 à 5 cm en surface du lit alimenté. **Le débit d'alimentation est de $0.5 m^3.m^{-2}.h^{-1}$ minimum sur le filtre du 1er étage en service**. A charge nominale, l'ouvrage délivrera un minimum de **7 bâchées par jour**. En période de faible activité, il conviendra de maintenir un nombre minimum de bâchées par jour afin d'éviter un stockage des eaux trop long pouvant provoquer la fermentation des eaux et des dégagements olfactifs.

4.2.3 - LE PREMIER ETAGE DE TRAITEMENT

Nous dimensionnons les filières de traitement végétalisées à partir de nos retours d'expérience et des préconisations du guide de recommandations techniques pour la conception et la réalisation des filtres plantés de roseaux (Agence de l'eau RMC, 2005).

La filière sera dimensionnée d'après la capacité en moyenne saison (22EH) et permettra le traitement d'eaux usées en haute saison avec des périodes de charge hydraulique allant jusqu'à 200% de la capacité nominale de moyenne saison, soit 6.6 m3/j. Dans cette situation, 2 lits seront alimentés simultanément et le 3ème sera mis au repos pour permettre le ressuyage du massif filtrant

La surface utile du premier étage sera de 27 m² répartie en trois lits de 9 m² chacun.

La hauteur totale des filtres est de 1m10 dont 20cm de revanche.

Gestion des colmatages accidentels

Avec une hauteur de revanche de 20 cm minimum, le volume qui peut être retenu en surface de cet étage de traitement (par exemple en cas de colmatage accidentel lors des périodes de fort gel) est égal à 5,6 m^3, ce qui correspond à 1,6 jour de stockage à charge nominale. En cas d'insuffisance temporaire (par exemple période prolongée de grands froids associée à une forte fréquentation), un système de trop-plein assure une fonction de surverse, dirigée vers la zone d'infiltration qui joue alors un rôle de « polder de débordement ». Dans la mesure où ces événements resteront rares, ces débordements seront facilement résorbés dans la zone d'infiltration, et ne devraient pas causer de dommage vis-à-vis du milieu récepteur.

4.2.4 - LE SECOND ETAGE DE TRAITEMENT

La surface utile du deuxième étage sera de 18 m² répartie en deux compartiments de 9 m² chacun.

Les eaux issues du 1er étage transiteront par une chasse à eaux claires dont le volume de bâchée sera compris entre 200 et 400 litres. Une chambre à vanne placée en aval de la chasse assurera la sélection du lit à alimenter.

La hauteur totale des filtres est de 1m10 dont 90cm de matériaux de différente granulométrie.

Ainsi qu'indiqué précédemment, l'ouvrage de chasse n'est pas indispensable dans le cas présent, dans la mesure où la répartition des eaux sur le filtre sera réalisée via un caniveau. Cette solution sera moins exigeante en dénivelé, paramètre limitant du terrain. .

Variante ; Cet étage peut ne pas être étanché (ou partiellement étanche). Les eaux alimentant le filtre percoleront à travers le massif granulaire pour s'infiltrer en-dessous.

Gestion des surcharges

A cet étage, les colmatages sont rares mais des rétentions d'eaux en surface peuvent ponctuellement apparaître lors d'évènements pluvieux importants. Le second étage disposant de sable filtrant, la vitesse d'infiltration est plus lente. Une surverse de sécurité équipe le deuxième étage de traitement. Il s'agit d'une zone à l'extrémité aval du filtre (0.5m de largeur) dont le sable est remplacé par des matériaux de plus grosse granulométrie. En cas de surcharge hydraulique, les effluents peuvent percoler au travers de cette zone et rejoindre la zone d'infiltration en aval.

4.2.5 - OUVRAGE DE SORTIE

Un regard situé à la sortie du 2ème étage permettra le suivi du fonctionnement de l'installation par réalisation de bilans analytiques.

Dans le cas où le second étage ne serait pas étanché, le regard de prélèvements pourra être placé à l'aval du 1er étage.

4.2.6 - LA ZONE D'INFILTRATION

Son dimensionnement dépend de la perméabilité du sol. L'étude géotechnique menée en avril 2012 sur la zone 1, donne une valeur de perméabilité du sol comprise entre 10 et 38 mm/h. A noter que la valeur de perméabilité la plus élevée a été mesurée en profondeur (environ 80 cm sous le terrain naturel) tandis que la faible valeur est mesurée sur l'horizon de surface (entre 0 et 30cm sous le terrain naturel).

Nous calculons la surface minimale d'infiltration à partir de la vitesse d'infiltration la plus contraignante, soit 10 mm/h et sur la base du débit de pointe horaire (0,41 m^3/h). Dans ce cas, **la surface d'infiltration doit atteindre 41m² pour permettre l'infiltration totale des eaux sur la zone 1**.

Note : dans le cas où le 2nd étage n'est pas ou partiellement étanché, la surface d'infiltration sera réduite de la surface du filtre non étanchée correspondante

Les fonds des noues seront plantés d'hélophytes (Iris de marais, Massettes, Joncs de Chaisiers), afin de ralentir l'écoulement des effluents et d'obtenir une certaine absorption des nutriments. Par ailleurs, ces plantes présentent des rhizomes très développés qui favorisent la création des passages pour les effluents et de ce fait leur infiltration. Le haut des digues sera végétalisé par des **espèces ligneuses indigènes** adaptées aux milieux humides qui présentent une forte **capacité d'évapotranspiration** et qui favorise également l'infiltration des effluents, grâce à leur système racinaire.

L'aménagement de la zone d'infiltration s'intègrera au profil du terrain ne provoquant que peu de modifications de la parcelle dédiée. La profondeur de la noue est de 0.50m pour une largeur de 0.5 à 0.7m.

Note : la valeur de perméabilité mesurée en surface est faible et pourra justifier, sous réserve d'accord, un rejet par trop-plein vers le fossé bordant la parcelle.

4.3 - SOLUTION 2 : FILIERE A UN ETAGE DE TRAITEMENT

Dans la mesure où le milieu récepteur recevant les eaux traitées de cet éco-hameau est défini comme non sensible, une filière végétalisée à un étage pourra être mise en œuvre tout en garantissant les niveaux de rejets attendus.

L'étage de traitement sera dimensionné sur la base de la capacité nominale du hameau : soit 22EH. Le ratio de dimensionnement appliqué sera de 1.5m²/EH, soit une **surface utile de 33 m²** au niveau de la surface des granulats. Cet étage comportera 3 bacs de 11 m² chacun. Dans cette configuration, la filière sera en mesure de respecter les rendements minimum de traitement (cf. paragraphe 2.6) et accepter des périodes de surcharge hydraulique allant jusqu'à 200% de la capacité nominale de haute saison.

Comme pour la solution 1, l'étage sera alimenté par un poste de relevage.

Les caractéristiques de cet étage seront identiques à celles présentées dans la solution de base.

En sortie de l'étage de filtration végétalisé, une zone d'infiltration sera réalisée : Cette Zone d'Infiltration ou Zone Tampon Boisée sera composée de **2 noues,** végétalisée par des hélophytes et ligneux **La surface d'infiltration sera de 41 m² minimum afin de permettre l'évacuation totale des eaux par le sol** en place

Un regard de répartition situé à l'amont de la Zone Tampon Boisée permettra une alternance entre les noues (échelle de temps mensuelle) : il est utile de laisser les noues au repos pendant la période hivernale, cette phase de repos est nécessaire pour que le sol ait le temps de se ressuyer, de se ré-oxygéner et de régénérer ses capacités physiques et biologiques. En période à charge hydraulique élevée (saison estivale par exemple), les 2 noues seront alimentées simultanément.

4.4 - SOLUTION 3 : FV1 POSITIONNES AU PLUS PROCHE DES MAISONS

4.4.1 - DESCRIPTION

Les habitations sont réparties selon 3 « regroupements »

Regroupement 1 : foyers 8,9 et 10

Regroupement 2 : foyers 3, 4, 5, 6

Regroupement 3 : foyers 1, 2, 7, 11

4.4.2 - DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Le réseau de collecte sera séparatif, gravitaire (2% de pente minimum), entre les maisons raccordées et les positions des filtres végétalisés à écoulement vertical (dits « unité de traitement regroupé »)

Chaque unité de traitement regroupé (1er étage) sera alimenté gravitairement. Les effluents seront répartis au fil de l'eau en surface du massif granulaire.

Les eaux pluviales seront collectées séparément et n'entrent pas dans la filière de traitement

4.4.3 - LE SYSTEME D'ALIMENTATION

Les eaux usées ménagères alimentent directement les premiers étages de traitement.

4.4.4 - L'ETAGE DE TRAITEMENT

Nous dimensionnons les filières de traitement végétalisées à partir de nos retours d'expérience et des préconisations du guide de recommandations techniques pour la conception et la réalisation des filtres plantés de roseaux (Agence de l'eau RMC, 2005).

Les 3 filières seront dimensionnées d'après la capacité à charge nominale de chaque regroupement. Elles comprendront, pour chacune d'elles, 2 bacs qui devront être alimentés en alternance par l'intermédiaire d'un regard à vannes. Les eaux seront ensuite localement évacuées dans une zone d'infiltration dimensionnée d'après la perméabilité du terrain.

La surface utile de chacun des premiers étages sera de 2 m² par EH, conformément au dimensionnement de la filière « jardi-assainissement » agréée sur la base de l'arrêté du 7 septembre 2009.

Ainsi, le dimensionnement respectif de ces filtres sera. :

- Regroupement 1 : habitations n°s 8 – 9 & 10 ayant une capacité de 10 chambres, 5 pièces de séjour et 7 habitants permanents ; soit 7.5 EH représenté par un filtre de 15 m²
- Regroupement 2 : habitations n°s 3 – 4 – 5 & 6 ayant une capacité de 12 chambres, 6 pièces de séjour et 10 habitants permanents ; soit 9 EH représenté par un filtre de 18 m²
- Regroupement 3 : habitations n°s 1 – 2, 7 & 11ayant une capacité de 8 chambres, 7 pièces de séjour et 7 habitants permanents ; soit 7.5 EH représenté par un filtre de 15 m²

Avec cette surface, l'accumulation par sédimentation des dépôts en surface du premier étage est de l'ordre de 1 cm par an. Un curage d'une couche de 10cm tous les 10 ans permet de maintenir la fonctionnalité du massif filtrant (cf. Molle *et al.* 2004).

La hauteur totale des filtres est de 0m80 dont 60cm de matériaux de différente granulométrie.

4.4.5 - OUVRAGE DE SORTIE

Un regard situé à la sortie du filtre planté permettra le suivi du fonctionnement de l'installation par réalisation de bilans analytiques.

4.4.6 - LES ZONES D'INFILTRATION

Leur dimensionnement dépend de la perméabilité du sol. L'étude géotechnique menée en avril 2012 donne une valeur de perméabilité du sol comprise entre 2,8 10^{-6} m/s et 1,06 10^{-5} m/s sur les zones d'infiltrations correspondantes aux groupements d'habitations 1 et 2. Il n'a pas été mené de tests de perméabilité sur la zone destinée à l'infiltration des eaux traitées du groupement d'habitation 3. Ainsi, par défaut, cette zone sera dimensionnée à partir de la valeur de perméabilité ci-dessus la plus contraignante. Si le choix d'assainissement devait porter sur ce scenario, il sera procédé à des tests d'infiltration sur cette zone au moment des travaux afin d'adapter la surface d'infiltration nécessaire.

Les surfaces d'infiltration, calculées à partir des valeurs de perméabilité et sur la base des débits de pointe horaires sont les suivantes :

Regroupement 1 (R1 : 7.5EH) :
Débit : 1.125m3/j soit 0.176m3/h
Perméabilité : 10mm/h
Surface d'infiltration : 17.6m²

Regroupement 2 (R2 : 9EH) :
Débit : 1.35m3/j soit 0.211m3/h
Perméabilité : 38mm/h
Surface d'infiltration : 6m²*
Par sécurité, afin d'éviter tout rejet superficiel, un coefficient de sécurité de 2 est appliqué. **La surface d'infiltration est portée à 12m²**

Regroupement 3 (R3 : 7.5EH) :
Débit : 1.125m3/j soit 0.176m3/h
Perméabilité : 10mm/h
Surface d'infiltration : 17.6m²

Les fonds des noues seront plantés d'hélophytes (Iris de marais, Massettes, Joncs de Chaisiers), afin de ralentir l'écoulement des effluents et d'obtenir une certaine absorption des nutriments. Par ailleurs, ces plantes présentent des rhizomes très développés qui favorisent la création des passages pour les effluents et de ce fait leur infiltration. Le haut des digues sera végétalisé par des **espèces ligneuses indigènes** adaptées aux milieux humides qui présentent une forte **capacité d'évapotranspiration** et qui favorise également l'infiltration des effluents, grâce à leur système racinaire.

L'aménagement de la zone d'infiltration s'intègrera au profil du terrain ne provoquant que peu de modifications de la parcelle dédiée. La profondeur de la noue est de 0.50m pour une largeur de 0.5 à 0.7m en fond de fouille.

5 - ESTIMATION DES DEPENSES D'INVESTISSEMENT

Les coûts de collecte et transport gravitaire des EU se basent sur les ratios de coûts travaux reconnus nationalement, à savoir :

Réseau sous voirie :	150 à 250 € HT/ml
Réseau sous terrain agricole :	100 à 200 € HT/ml
Raccordement des habitations :	500 € HT/unité

Le poste de relevage, dimensionné pour l'ensemble des bâtiments concernés par le projet, comprenant une cuve PEHD, 2 pompes monophasées, régulateur et armoire électrique est chiffré à 4 600 € HT franco de port, non déchargé, non posé.

5.1 - SOLUTION 1

Cette estimation est entendue pour une filière de capacité nominale 22 Equivalent Habitants composée de deux étages de traitement et une zone d'infiltration, hors réseau de collecte et étude de maîtrise d'œuvre.

Poste	**Montant estimé € HT**
Travaux de terrassement	2 000 €
Premier étage de traitement	12 000 €
Deuxième étage de traitement	10 000 €
Zone d'infiltration	1 000 €
Aménagements, divers (protection sanitaire, voirie interne, haie rustique et engazonnement)	6 000 €
TOTAL ESTIME (+/- 10%)	**31 000 €**
Soit	1409 *€ HT/EH*

<u>Options à considérer :</u>

1-alimentation gravitaire du 2nd étage

Moins-value estimée à -5 300 €

2-Absence d'étanchéification du 2nd étage et adaptation de la surface de rejet

Moins-value estimée à - 1 400 €
Montant option comprise (+/- 10%) -24 300 €,

soit 1100 € HT/EH

5.2 - SOLUTION 2

Cette estimation est entendue pour une filière de capacité nominale 22 Equivalent Habitants composée d'un seul étage de traitement et d'une zone d'infiltration (Zone tampon boisée), hors réseau de collecte et étude de maîtrise d'œuvre.

Poste	Montant estimé € HT
Travaux de terrassement	2 200 €
Filtre planté de roseaux (1 seul étage)	13 200 €
Zone d'infiltration (Zone tampon boisée)	3 000 €
Aménagements, divers (protection sanitaire, voirie interne, haie rustique et engazonnement)	4 000 €
TOTAL ESTIME (+/- 10%)	22 400 **€**
Soit	1 018 *€ HT/EH*

5.3 - SOLUTION 3

La solution 3 se compose de 3 unités de traitement indépendantes composées pour chacune d'entre elle d'un filtre planté à écoulement vertical et une zone d'infiltration.

Le coût moyen par EH de ces filières, hors réseau de collecte et étude de maîtrise d'œuvre est estimé entre 900 et 1000€ HT/EH. Ainsi, le coût global de la solution 3 s'estime entre 22 000 et 25 000 € HT.

6 - TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTES SOLUTIONS PROPOSEES

Voici présenté sous forme synthétique, les différentes variantes possibles pour traiter les eaux usées ménagères de l'Eco-hameau des Claux :

	Prétraitement	1er étage	2ème étage	Zone d'infiltration	Avantages	Inconvénients	Coût d'investissement
Solution 1	Bac à graisses	Filtre de 27 m²	Filtre de 18 m²	1 noue d'infiltration végétalisée (41m²)	Filière sécuritaire vis-à-vis du milieu récepteur	Poste de relevage Emprise foncière conséquente	**31 000 €** (offre de base) **24 000 €** (avec options)
Solution 2	Bac à graisses	Filtre de 33 m²	---	Zone tampon boisée (41m²)	Emprise foncière réduite	Poste de relevage	**22 400 €**
Solution 3	Bac à graisses	3 Filtres à adapter aux capacités respectives (2 m²/EH) soit au total 44m²	---	Une noue d'infiltration en sortie de chaque filtre	Traitement local par groupement d'habitations Alimentation gravitaire	Filière dérogatoire	**22 000 €** à **25 000 €**

7 - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Boutin C. et al. 1998 : Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités, CEMAGREF éd.
- Boutin C. et al. 1999 : Les stations d'épuration par filtres plantés de roseaux ; L'eau, l'industrie, les nuisances n°223, juin/juillet 1999, pp. 45-52
- Burka U., Lawrence P.C., 1990: A New community approach to waste treatment with higher water plants, Pergamon Press.
- Commission Européenne : Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, Office International de l'Eau, 2001.
- Groupe Macrophytes et traitement des eaux ; Recommandations techniques pour la conception et la réalisation, Agence de l'Eau RMC, 2005.
- Molle P. et al. 2004 : Traitement des eaux usées domestiques par marais artificiels : état de l'art et performances des filtres de roseaux en France.
- Molle P. et al. : french vertical flow constructed wetlands : reed bed behaviour and limits due to hydraulic overloading on first stage filters

Extraits de l'arrêté du 22 Juin 2007 relatif aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5

CHAPITRE 3 : Prescriptions techniques particulières applicables aux stations d'épuration des eaux usées des agglomérations d'assainissement

Art. 9. − *Règles de conception.*

[...]

Les stations d'épuration et leur capacité de traitement mentionnée à l'article R. 214-6.III *c* du code de l'environnement, sont dimensionnées de façon à traiter le débit de référence, la charge brute de pollution organique, ainsi que les flux de pollution dus aux autres paramètres de pollution mentionnés aux annexes I et II ou fixés par le préfet, produits par l'agglomération d'assainissement, en tenant compte de ses perspectives de développement.

[...]

Les valeurs limites de rejet de la station d'épuration doivent permettre de satisfaire aux objectifs de qualité des eaux réceptrices, hors situations inhabituelles mentionnées aux articles 14, alinéa 3, et 15, alinéa 3. Ces valeurs tiennent compte des variations saisonnières des effluents collectés [...].

Art. 14. − *Performances de traitement et prescriptions applicables aux stations d'épuration traitant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 120 kg/j de DBO5.*

Conformément à l'article R. 2224-12 du code général des collectivités territoriales, le traitement doit permettre de respecter les objectifs de qualité applicables aux eaux réceptrices des rejets selon les usages de celles-ci.

Ce traitement doit au minimum permettre d'atteindre les rendements ou la concentration prévus à l'annexe I. Des valeurs plus sévères que celles mentionnées en annexe I peuvent être fixées par le préfet si les objectifs de qualité des eaux réceptrices les rendent nécessaires.

Toutefois, une concentration supérieure à 35 mg/l de DBO5, dans la limite d'une concentration inférieure à 70 mg/l, peut exceptionnellement être tolérée pendant de courtes périodes en cas de situations inhabituelles telles que définies à l'article 15.

***CHAPITRE 4 :* Prescriptions techniques applicables aux systèmes d'assainissement non collectif**

Art. 16. − *Dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5.*

Les prescriptions des articles 9 à 15 sont applicables aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5. Le maître d'ouvrage assume les obligations de la commune mentionnées à l'alinéa 3 de l'article 13.
Les systèmes de collecte des dispositifs d'assainissement non collectif doivent être conçus, dimensionnés, réalisés, entretenus et réhabilités conformément aux règles de l'art, et de manière à :
– éviter tout rejet direct ou déversement en temps sec de pollution non traitée ;
– éviter les fuites et les apports d'eaux claires parasites risquant d'occasionner un dysfonctionnement des ouvrages ;
– acheminer tous les flux polluants collectés à l'installation de traitement.
Les eaux pluviales ne doivent pas être déversées dans le système de collecte des eaux usées domestiques, s'il existe, ni rejoindre le dispositif de traitement.
Les matières solides, liquides ou gazeuses ainsi que les déchets et les eaux mentionnés à l'article R. 1331-1 du code de la santé publique ne doivent pas être déversés dans le réseau de collecte des eaux usées ni rejoindre le dispositif de traitement.
L'arrêté du 6 mai 1996 fixant les prescriptions techniques applicables aux systèmes d'assainissement non collectif n'est pas applicable aux dispositifs recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5.

ANNEXE I
PERFORMANCES MINIMALES DES STATIONS D'ÉPURATION DES AGGLOMÉRATIONS DEVANT TRAITER UNE CHARGE BRUTE DE POLLUTION ORGANIQUE INFÉRIEURE OU ÉGALE À 120 KG/J DE DBO5 (Les dispositifs d'assainissement mettant en œuvre une épuration par infiltration ne sont pas visés par la présente annexe).

PARAMÈTRES (*)	CONCENTRATION à ne pas dépasser	RENDEMENT minimum à atteindre
DBO5	35 mg/l	60 %
DCO		60 %
MES		50 %

(*) Pour les installations de lagunage, les mesures sont effectuées exclusivement sur la DCO (demande chimique en oxygène) mesurée sur échantillons non filtrés.
Pour le paramètre DBO5, les performances sont respectées soit en rendement, soit en concentration.

Extraits de l'arrêté du 7 Septembre 2009

Section 1 : Principes généraux

Art. 2. −[...] Les installations mettant à l'air libre ou conduisant au ruissellement en surface de la parcelle des eaux usées brutes ou prétraitées doivent être conçues de façon à éviter tout contact accidentel avec ces eaux et doivent être implantées à distance des habitations de façon à éviter toute nuisance *[...]*
Art. 3. − *[…]* Les installations doivent permettre le traitement commun de l'ensemble des eaux usées de nature domestique constituées des eaux-vannes et des eaux ménagères produites par l'immeuble, à l'exception du cas prévu à l'article 4.
Art. 4. − Les eaux-vannes peuvent être traitées séparément des eaux ménagères dans le cas de réhabilitation d'installations existantes conçues selon cette filière *[...]*

Section 3 : Prescriptions techniques minimales applicables à l'évacuation

Art. 11. − Les eaux usées traitées sont évacuées, selon les règles de l'art, par le sol en place sous-jacent ou juxtaposé au traitement, au niveau de la parcelle de l'immeuble, afin d'assurer la permanence de l'infiltration, si sa perméabilité est comprise entre 10 et 500 mm/h.
Art. 12. − Dans le cas où le sol en place sous-jacent ou juxtaposé au traitement ne respecte pas les critères définis à l'article 11, les eaux usées traitées sont :

– soit réutilisées pour l'irrigation souterraine de végétaux, dans la parcelle, à l'exception de l'irrigation de végétaux utilisés pour la consommation humaine et sous réserve d'absence de stagnation en surface ou de ruissellement des eaux usées traitées ;
– soit drainées et rejetées vers le milieu hydraulique superficiel après autorisation du propriétaire ou du gestionnaire du milieu récepteur, s'il est démontré, par une étude particulière à la charge du pétitionnaire, qu'aucune autre solution d'évacuation n'est envisageable.

Section 4 : Entretien *[...]*

Art. 15. − Les installations d'assainissement non collectif sont entretenues régulièrement par le propriétaire de l'immeuble *[…]*
Les installations doivent être vérifiées et entretenues aussi souvent que nécessaire *[...]*
Les conditions d'entretien sont mentionnées dans le guide d'utilisation prévu à l'article 16.

Section 5 : Cas particulier des toilettes sèches

Art. 17. − Par dérogation à l'article 3, les toilettes dites sèches (sans apport d'eau de dilution ou de transport) sont autorisées, à la condition qu'elles ne génèrent aucune nuisance pour le voisinage ni rejet liquide en dehors de la parcelle, ni pollution des eaux superficielles ou souterraines. […]
Les sous-produits issus de l'utilisation de toilettes sèches doivent être valorisés sur la parcelle et ne générer aucune nuisance pour le voisinage, ni pollution.

8 - PLANS DE CONCEPTION

Eco-Hameau du Chemin des Claux

- Plan de masse de la solution 1 (1 : 500)
- Plan de masse de la solution 2 (1 : 500)
- Plan de masse de la solution 3 (1 : 500)