

APAL

**Assainissement du village de
l'île de la Galite**

RIOU CONSULTANTS SARL
8 impasse des santolines 30133 LES ANGLES
Mobile : 06 72 83 14 89 Fax : 04 32 70 29 41
Email : v.riou-consultant@wanadoo.fr
SIRET : 452 093 909 00011 code APE : 741G

SOMMAIRE

1.	Préambule	1
2.	Ressources en eau	2
2.1	Description succincte	2
2.2	Amélioration de l'exploitation des eaux souterraines.....	3
2.3	Projet d'adduction	4
2.4	Protection des ressources en eaux souterraines	5
3.	Assainissement	6
3.1	Etat actuel de l'assainissement	6
3.2	Les 2 options de base du mode d'assainissement.....	7
3.3	L'assainissement autonome.....	7
3.3.1	2 conceptions de l'assainissement autonome.....	7
3.3.2	L'assainissement autonome moderne	8
3.3.3	Application au village de l'île de la Galite.....	9
3.3.4	L'exploitation de l'assainissement autonome	10
3.4	L'assainissement collectif	10
3.4.1	Principe et dimensionnement	10
3.4.2	Le réseau de collecte	11
3.4.3	Les procédés de traitement	11
3.4.3.1	Les procédés adaptés	11
3.4.3.2	Le lagunage.....	12
3.4.3.3	Les lits plantés de roseaux	12
3.4.3.4	Extension des techniques d'assainissement autonome.....	13
3.4.4	Les sites d'implantation des installations de traitement	14
3.5	Analyse comparative	18
3.5.1	Assainissement autonome-assainissement collectif	18
3.5.2	Différentes solutions d'assainissement collectif	19
3.5.3	Solutions mixtes	20
3.5.4	Recommandations pour l'immédiat.....	21

FIGURES

Figure 1 Bassin d'alimentation des 2 sources principales.....	6
Figure 2 Schéma de principe d'un assainissement autonome moderne.....	9
Figure 3 Schéma en coupe d'un lit planté de roseaux	13
Figure 4 Sites d'implantations possible pour la station d'épuration.....	15

ANNEXES

Rapport séparé

1. Préambule

Le présent rapport fait suite à une mission sur place qui s'est déroulée du 1 au 6 juillet 2009.

La disponibilité en eau est un facteur limitant de l'aménagement de l'île. Aussi l'aspect ressource et alimentation en eau fera-t-il l'objet d'un examen préliminaire à l'étude de l'assainissement.

Le bâti existant est l'autre facteur limitant de cet aménagement. Il n'est pas envisagé de nouvelles constructions, mais seulement des réhabilitations, voire extensions de constructions existantes.

Pour fixer les idées, le nombre approximatif de constructions recensées et la distribution sont donnés ci-dessous :

- Une cinquantaine de constructions recensées
- Une dizaine utilisée par les différents corps d'armée présents sur le site (Marine nationale, Armée de terre et Garde nationale)
- Une dizaine également potentiellement utilisable par l'APAL

Les autres seront abandonnées.

Par assainissement, on entend dans le présent rapport le traitement des toilettes et les eaux ménagères qui incluent cuisine et salle de bains.

Dans les toilettes, on inclut les toilettes humides avec chasse d'eau nécessaire au transfert des matières fécales dans les canalisations et les toilettes sèches (latrines et éventuellement autres techniques de toilettes sèches).

On pourra regrouper ces différents types d'effluents sous le terme « assainissement des eaux usées ».

Cet assainissement a 2 fonctions :

- Maitriser les rejets d'eaux usées (étendus aux matières fécales en cas de toilettes sèches) afin de garantir la salubrité des lieux habités, la santé des habitants et éviter les nuisances (principalement olfactives) à ces habitants.
- Protéger l'environnement et notamment les ressources en eau afin d'éviter la dégradation des milieux naturels susceptibles d'être atteints par les rejets.

2. Ressources en eau

2.1 Description succincte

(Voir le rapport d'Alain Gauthier pour une description plus précise)

L'île est en majorité formée de roches éruptives et métamorphiques avec quelques flyschs qui sont par nature imperméables. Elles ne recèlent de l'eau souterraine que lorsque celles-ci sont fracturées. On peut d'ailleurs rencontrer des écoulements de fissures sur les flancs abrupts de l'île.

Ces roches pourraient fournir un peu d'eau par forage.

En raison des altitudes sur l'île de la Galite, des venues d'eau ne pourront être trouvées qu'à grande profondeur (200 à 300 m), et de ce fait difficilement exploitables sauf éventuellement au niveau du village.

En revanche, dans le vallon du village, le substratum est recouvert d'une couverture sédimentaire, essentiellement formée de dépôts côtiers plus ou moins consolidés (dalle calcaire, grès coquiller).

Ces terrains recèlent des eaux souterraines qui donnent naissance à de nombreuses sources.

Compte tenue de la végétation assez dense, il est difficile de déterminer les causes de l'émergence des eaux souterraines (dalle calcaire imperméable, rupture de pente).

Ces sources s'étagent de la cote 100 jusqu'au niveau de la mer.

La plus importante est la source Sidi Ahmed captée pour l'alimentation de l'ensemble du village. Elle est située à la cote 100 sous les des maisons 11,12 et 13.

Une autre source présente un intérêt : la source du président située à coté de la maison 6 à la cote 72 environ.

D'après les mesures effectuées en 2008, les débits minima enregistrés sont

Source	Volume journalier minimum exploitable
Sidi Ahmed	12 m ³ /j
Source du président	3 m ³ /j

Les autres sources (El karma, El Drouj, plage etc..) ne présentent pas d'intérêt pour l'alimentation humaine.

On signalera une source captée juste sous le col au dessus du village sur le versant opposé (source du chien d'Alain Gauthier). Son débit d'étiage apparait faible. Elle a été exploitée pour l'arrosage des plantations de pins, l'équipement de pompage est encore en place.

L'exploitation des 2 sources des plus importantes fournira, d'après les mesures, un débit minimum de 15 m³/j. Si la dotation par habitant est de 100 l/j (rapport sur le réseau d'adduction), le débit minimum disponible permet d'alimenter en eau 150 personnes.

Même si dans l'immédiat la ressource captée apparait suffisante pour l'alimentation de la population prévue sur l'île à courte terme, on peut rechercher s'il existe des solutions pour augmenter la quantité d'eau disponible notamment en été.

2.2 Amélioration de l'exploitation des eaux souterraines

Puits dans le sédimentaire

On pourrait envisager de réaliser 1 ou 2 puits dans le recouvrement sédimentaire. Si ce dernier se révèle assez épais et perméable, un débit supérieur à celui que donnent actuellement les principales sources pourrait y être obtenu.

Une reconnaissance spécifique par géophysique est préalablement nécessaire pour déterminer l'épaisseur du recouvrement et la faisabilité de cette hypothèse.

Forage dans de substratum

Au niveau de la plaine, c'est-à-dire au dessus du village, un forage profond est envisageable pour capter sous les terrains sédimentaires, l'eau des fissures du substratum. Par exemple, un forage de 200 m de profondeur situé à coté du réservoir qui est à la cote 150, pourrait être tenté. Il n'y a pas de méthode d'investigation fiable pour prévoir le débit d'un tel ouvrage. Le forage sert d'abord de reconnaissance puis d'exploitation s'il présente un débit suffisant (>500 l/h ?). Le principal obstacle (technique et financier) à cette entreprise est l'amenée d'une machine de forage sur l'île.

Stockage pour un complément de débit estival

En hiver, la demande en eau sera probablement plus faible qu'en été et la production des sources plus importante. On peut donc envisager de stocker de l'eau pendant cette période pour la distribuer pendant la période de pénurie estivale. A titre d'exemple, le stockage de 500 m³ supplémentaires permettrait de fournir 5 m³/j

(alimentation de 50 personnes) en plus du débit des sources pendant 100 jours soit toute la période estivale.

Stockage individuel d'eau de pluie

Chaque maison habitée pourrait disposer du stockage de l'eau de pluie pour couvrir en période estivale, des besoins domestiques autres que la boisson et la cuisine. Par exemple le stockage de 2 m³ d'eau de pluie permettrait de faire le nettoyage de l'habitation pendant tout l'été.

Cela nécessite la mise en place de systèmes de récupération de l'eau de pluie en toiture.

2.3 Projet d'adduction

Document établi par le BET Engenering and general services.

Les ressources en eau étant très limitées, il est important que le réseau de distribution ne présente pas de fuite ou, s'il s'en produit, qu'on puisse les détecter rapidement dans le but de les réparer dans les plus brefs délais.

Pour cela, plusieurs dispositions doivent être prises.

Au niveau de l'exécution des travaux, toutes des dispositions doivent être prises pour que le réseau soit posé avec grand soin et qu'il ne présente aucune fuite à la réception des travaux. Pour atteindre cet objectif, il faut :

- Que les travaux soient suivis par un contrôleur
- Que des essais d'étanchéité soient prévus dans le cahier des charges des travaux

Ces essais d'étanchéité doivent être faits par tronçon de 500 m maximum à l'air ou à l'eau avec une pression de 50 % supérieure à la pression de service prévue.

On peut recommander d'enterrer le moins possible les canalisations ce qui facilitera la détection des fuites réparables par des taches de sols humides ou la présence d'herbes vertes.

Génératrice supérieure enterrée de 20 cm sous TN hors chemin et des 40 cm sous chemin et zone de passage, risque de ravinement (protection béton)

Au niveau de l'équipement du réseau, on doit prévoir la possibilité de sectoriser le réseau c'est-à-dire de rechercher les fuites tronçon par tronçon.

Pour cela le réseau doit être équipé de compteurs et de vannes en quantité suffisante.

A titre indicatif, on peut envisager :

- Un compteur après la pompe de surface alimentant le gros réservoir
- Un compteur en sortie de ce réservoir
- Un compteur en sortie du petit réservoir
- Une vanne de section sur chaque antenne

Le gestionnaire du réseau devrait procéder au moins une fois par an à une sectorisation du réseau en vue de quantifier les fuites et de localiser les tronçons de réseaux fuyards.

Compte tenu du faible nombre de branchements, la recherche de fuite peut se faire en fermant tous les branchements pendant 1 heure et en mesurant le débit de fuite sur le compteur en sortie de réservoir.

Il faut également veiller à ne pas avoir de tronçon de réseau présentant de fortes pressions du fait de la dénivelée. Les pressions supérieures à 10 bars ne sont pas conseillées lorsqu'on a un objectif de limitation drastique des fuites. Des réducteurs de pression devront être installés sur les portions inférieures de réseau.

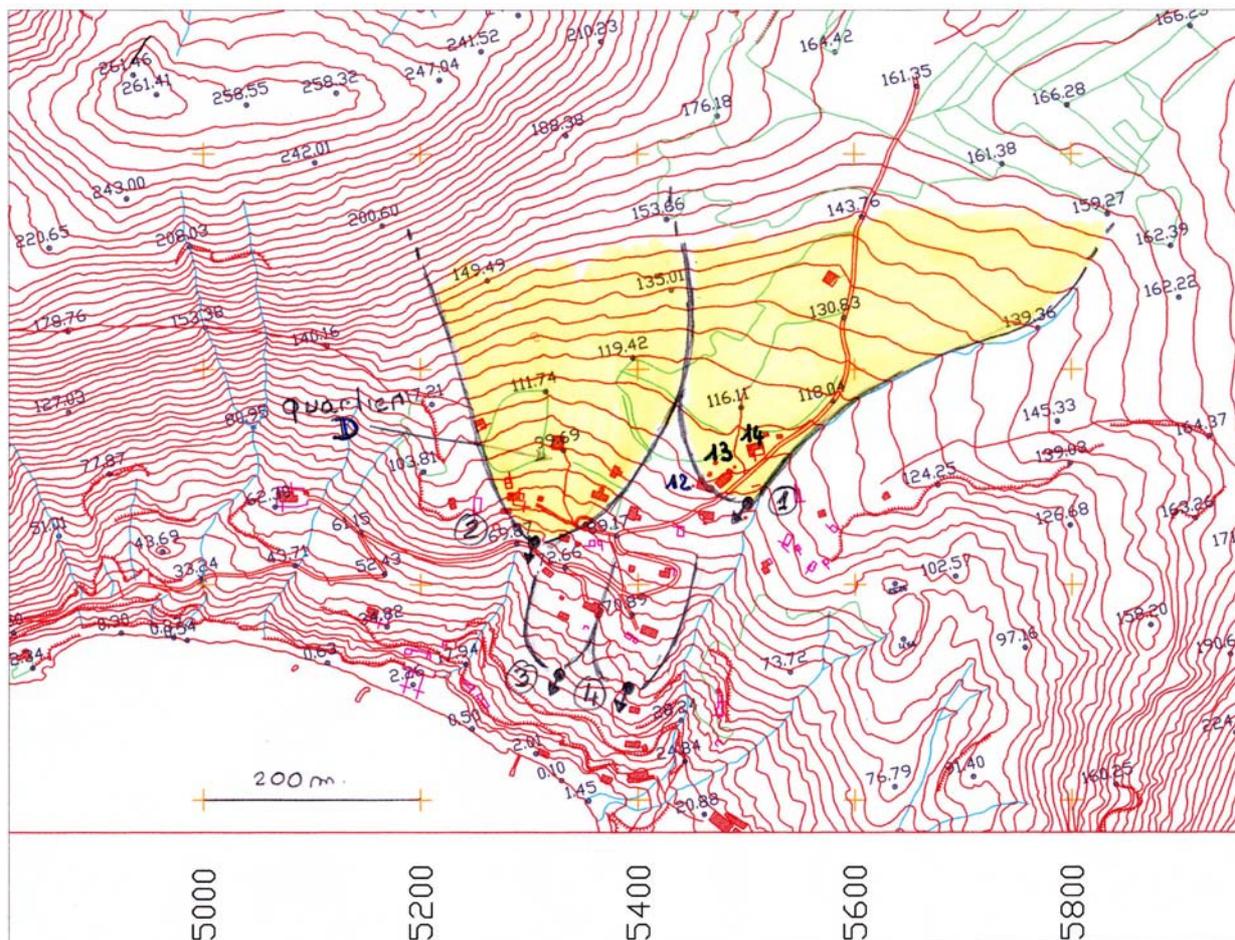
Enfin le gestionnaire du réseau devra être pourvu du matériel et pièces nécessaires à la réparation des fuites détectées.

2.4 Protection des ressources en eaux souterraines

Compte tenu de ce qui précède, on s'attachera à protéger les 2 sources jugées aptes à alimenter en eau potable le village à savoir la source Sidi Ahmed et la source du président.

Pour cela, il conviendra d'éliminer les sources de pollution existantes et de ne pas en créer de nouvelles sur leurs bassins d'alimentation (représentées approximativement sur la figure 1). Compte tenu du faible volume d'eau contenu dans ces terrains, cela signifie l'exclusion des rejets d'eaux usées dans la zone d'alimentation des captages.

Figure 1 Bassin d'alimentation des 2 sources principales



① source Sidi Ahmed

② source du président

③ source El Drouj

④ source du Figuier

12, 13 et 14 Constructions situées dans le bassin de la source Sidi Ahmed

3. Assainissement

3.1 Etat actuel de l'assainissement

Le compte rendu des visites des bâtiments occupés et susceptibles de l'être est donné en annexe.

En résumé, on note :

- Un assainissement autonome, c'est-à-dire maison par maison, composé soit de latrine sèche soit de fosse septique creusée dans le rocher tendre et maçonnée
- Les eaux ménagères sont soit rejetées directement sans traitement sur le sol soit raccordées à la fosse septique.

On ne voit pas d'écoulement en surface à la sortie des fosses septiques des maisons occupées.

3.2 Les 2 options de base du mode d'assainissement

Les bâtiments occupés et susceptibles de l'être à plus ou moins long terme sont au nombre d'une quinzaine.

Ce petit nombre de constructions assez dispersées permet d'envisager l'assainissement autonome c'est dire un assainissement complet (traitement et dispersion dans le sol pour chaque bâtiment ou groupe de bâtiments rapprochés.

Les dispositions constructives pouvant être retenues pour ce mode d'assainissement sont explicitées dans le § 3.3

L'assainissement collectif est également envisageable, les différentes solutions pouvant convenir sont décrites au § 3.4.

Enfin le paragraphe 3.5 présente une analyse comparative des avantages et inconvénients des solutions étudiées.

3.3 L'assainissement autonome

3.3.1 2 conceptions de l'assainissement autonome

En se référant aux pratiques de l'assainissement existant sur l'Ile, on doit distinguer 2 types d'installation :

- L'assainissement autonome « traditionnel » qui se compose de latrines ou toilettes sèches et en général d'un rejet direct pour les eaux ménagères
- L'assainissement autonome moderne qui se compose d'une fosse septique et d'un dispositif d'épandage dans le sol.

L'assainissement autonome traditionnel n'est pas compatible avec l'installation de l'eau « courante » dans l'habitation et surtout de chasse d'eau dans les toilettes. En effet, le système de latrines ne fonctionne qu'avec l'usage d'un minimum d'eau, la matière fécale étant décomposée suivant un principe qui s'apparente plus au compostage qu'à la fosse septique. L'excès d'eau entraîne des mauvaises odeurs qui ne sont pas maîtrisables et souvent un remplissage trop rapide de la fosse.

Le projet d'adduction d'eau dans chaque habitation élimine de facto le recours à ce type d'assainissement dit traditionnel.

3.3.2 L'assainissement autonome moderne

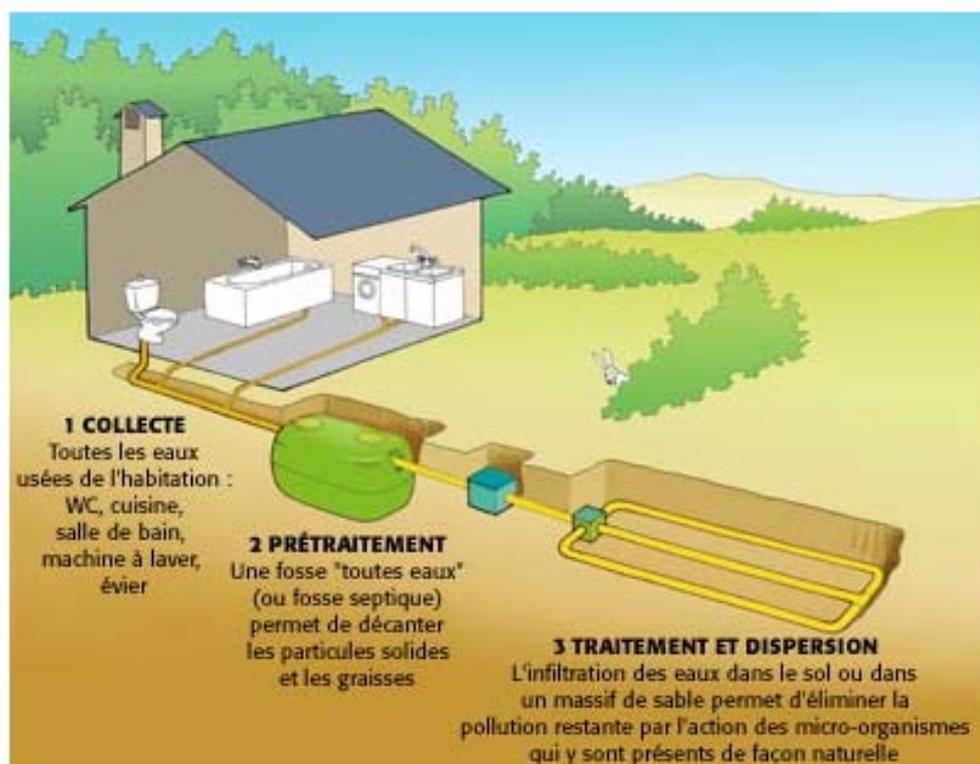
Les développements récents de l'assainissement autonome ont eu pour but de réduire les nuisances pour les usagers et l'impact sur l'environnement afin d'en faire une installation définitive et non une solution d'attente de l'assainissement collectif ou bien nécessitant le recreusement fréquent du puisard colmaté.

Une installation comprend :

- Une fosse toutes eaux c'est-à-dire recevant à la fois les eaux vannes et les eaux ménagères
- Un système d'épandage dans le sol composé de drains horizontaux dont la position et le nombre dépendent de la nature du sol

Le système de dispersion dans le sol par drains remplace le puisard. Par rapport à cette technique ancienne, il limite très fortement l'impact sur les eaux souterraines en permettant une épuration dans la zone non saturée située au dessus de la nappe.

Figure 2 Schéma de principe d'un assainissement autonome moderne



Toutes les installations sanitaires de l'habitation doivent être pourvues de siphon pour éviter la remontée des mauvaises odeurs, la fosse doit être équipée d'une ventilation montée au dessus du toit de l'habitation pour l'évacuation des gaz.

Nota : il ne faut admettre aucune eau d'origine pluviale dans la fosse sous peine de perturber gravement son fonctionnement (lessivage des boues décantées dans la fosse).

3.3.3 Application au village de l'île de la Galite

Pour adapter ce type d'installation à l'île, on peut envisager les dispositions suivantes :

- Fosse toutes eaux
 - Préfabriquée en matériaux synthétiques plutôt que construite sur place (meilleure conception assurant un fonctionnement optimum de la décantation et du piégeage des flottants, bonne étanchéité des tampons de fermeture évitant les fuites de gaz malodorant).

- Volume : 2 m³ pour une habitation normale, 3 m³ pour une habitation comportant des installations collectives (cuisine, toilettes)
- Epanchage souterrain
 - Drains installés à faible profondeur pour bénéficier au maximum de l'évaporation
 - Dispositif adapté à la pente pour une répartition équilibrée entre les drains
 - Linéaire : 2 fois 25 m pour une fosse de 2 m³, 3 fois 25 m pour une fosse de 3 m³

3.3.4 L'exploitation de l'assainissement autonome

Outre la vérification de l'intégrité de l'installation (déboitage ou casse de canalisation, fissuration de fosse, colmatage des drains), l'exploitation d'un assainissement autonome nécessite la vidange périodique de la fosse pour en retirer les boues décantées dans le fond.

La fréquence de vidange est comprise entre 4 ans (utilisation continue) et 8 ans (utilisation intermittente). Elle est réalisée à partir d'un camion citerne équipé d'une pompe à vide. Il faut retirer environ la moitié du volume de la fosse.

Dans l'île, inaccessible à un camion, la vidange devrait être faite à partir d'une citerne tirée par un tracteur et d'une pompe mobile (type pompe d'épuisement de chantier).

Les boues retirées (il s'agit en fait d'eau chargée à moins de 50 g/l de matières en suspension) pourraient être épanchées sur la plaine au niveau du col au dessus du village.

3.4 L'assainissement collectif

3.4.1 Principe et dimensionnement

L'assainissement collectif consiste à collecter l'ensemble des eaux usées produites par une habitation pour les conduire vers une station d'épuration.

Les eaux usées traitées sont ensuite rejetées dans le milieu naturel dans un endroit où l'impact de la pollution résiduelle après traitement est acceptable.

Il faut donc examiner successivement la collecte des eaux usées, le procédé de traitement, et l'implantation des installations de traitement, enfin le point de rejet et son impact éventuel.

Certains procédés de traitement produisent des boues, dont la gestion pose souvent un problème et doit être examinée avec soin.

Le dimensionnement d'un projet d'assainissement collectif pour le village dépend notamment :

- Du projet accueil envisagé pour l'île
- Du nombre de bâtiments collectés
- Du nombre d'habitants collectés

En l'état actuel, ces éléments ne sont pas définis pour l'avenir. On peut cerner néanmoins le dimensionnement d'un assainissement collectif entre :

- 100 EH correspondant au projet d'accueil minimal de l'APAL plus les militaires
- 150 EH qui correspond peu ou prou à la population maximale qui peut être alimentée correctement en eau potable à partir des ressources de l'île.

3.4.2 Le réseau de collecte

Le réseau de collecte doit, autant que faire se peut, être gravitaire. Il est constitué de canalisations de diamètre minimum de 100 mm qui ne présentent pas de contre pente.

Ces canalisations peuvent être enterrées à faible profondeur (20 cm de recouvrement) sauf au droit de passages d'engin.

En cas de nécessité de refoulement (collecte des bâtiments en bord de mer, voir plus bas), les pompes à moteur électrique peuvent être alimentées soit par le groupe électrogène soit par des panneaux photovoltaïques. Dans les 2 cas, la cuve de reprise doit être dimensionnée pour pallier les interruptions de fonctionnement des générateurs d'électricité.

3.4.3 Les procédés de traitement

3.4.3.1 Les procédés adaptés

Pour la capacité de traitement requise (entre 100 et 150 EH) et compte tenu du contexte insulaire, les procédés de traitement technologique (boues activées) ne sont pas adaptés. Il faut rechercher des procédés relativement rustiques tels que :

- Le lagunage
- Les lits plantés de roseaux
- Une extension collective de l'assainissement autonome avec fosse septique et épandage souterrain.

Pour fixer les idées, un dimensionnement de principe de 150 EH est examiné. Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques les effluents à traiter.

Paramètre	Valeur spécifique /EH	Charge journalière
Débit	100 l/j	15 m ³ /j
DCO	120 g/j	18 kg/j
DBO5	50 g/j	7,5 kg/j
MES	50 g/j	7,5 kg/j
Azote	10 g/j	1,5 kg/j
Phosphore	4 g/j	0,6 kg/j

3.4.3.2 Le lagunage

Le lagunage est un procédé d'épuration simple dans lequel la dégradation de la pollution est opérée par des micro-organismes en eau libre. Les algues étant majoritaires, le « moteur » de cette épuration est la photosynthèse.

Sous le climat assez chaud de la Galite, un lagunage complet (avec décontamination bactériologique) nécessite 1500 m³ de plan d'eau en 2 bassins d'une profondeur de 1,2 à 0,5 m. Le dernier bassin peut être à « macrophytes » (en général des roseaux du type phragmite), il permet de filtrer les algues et d'obtenir un rejet plus limpide.

L'extraction des boues du premier bassin se fait tous les 10 ou 20 ans après assèchement, le bassin de rang 2 n'est pas vidangé.

3.4.3.3 Les lits plantés de roseaux

Procédé biologique à culture fixée dont le système est basé sur la percolation de l'eau usée au travers de massifs filtrants colonisés par des bactéries qui assurent le processus épuratoire.

Les roseaux plantés sur le massif filtrant possèdent un important système racinaire qui crée des passages pour l'eau en évitant le colmatage mais aussi permet l'aération du milieu. Il y a présence de plusieurs bassins pour alterner des phases de sécheresse et d'immersion et de plusieurs filtres pour affiner le traitement.

La caractéristique des filtres plantés de roseaux réside dans le fait qu'ils peuvent être alimentés directement avec un effluent ayant subi uniquement un dégrillage.

Le schéma ci-dessus présente en coupe un lit planté de roseaux à écoulement vertical.

Figure 3 Schéma en coupe d'un lit planté de roseaux

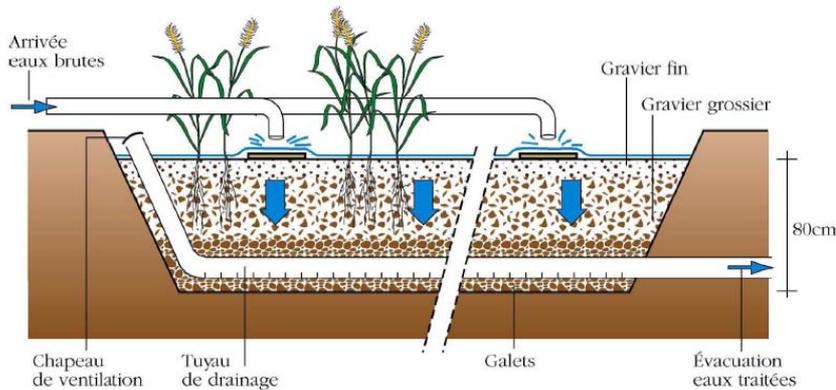


Figure 1 : Coupe transversale schématique d'un filtre à écoulement vertical¹

L'entretien d'une installation de lits plantés des roseaux consiste en un faucardage des roseaux (fréquence entre 1 et 5 ans) et en un ratissage de la surface des bassins de rang 1 tous les 10 ans pour en extraire les dépôts de surface (croue desséchée).

Ce procédé ne produit pas de boues mais des sous produits solides dont la gestion est aisée (coupe de roseaux et dépôts de surface desséchés).

Pour 150 EH, le dimensionnement d'une installation serait le suivant :

- Surface totale de 380 m²
- Premier niveau de traitement : 2 bassins de 115 m³ chacun fonctionnant en alternance
- Deuxième niveau traitement : 2 bassins de 75 m² de surface chacun fonctionnant également en alternance
- Dégrillage grossier en tête
- Pour un fonctionnement gravitaire, il faut :
 - 2 m de dénivelé entre le dégrillage et les premiers bassins
 - 2 m de dénivelé entre les bassins de rang 1 et 2

3.4.3.4 Extension des techniques d'assainissement autonome

Ce procédé consiste à réaliser un prétraitement des effluents dans une fosse septique toutes eaux dont le volume est adapté à celui des effluents à traiter. On

utilise en général le ratio de 2 à 3 fois le volume journalier pour le volume utile de la fosse soit dans le cas du projet collectif entre 30 et 45 m³.

La dispersion dans le sol s'effectue par un réseau de drains, la surface d'infiltration étant calculée sur la base de 10 l/m²/j soit 1500 m².

Compte tenu du linéaire de drains (environ 150 ml), l'alimentation du système d'épandage doit se faire par bâchées (volume 1,5 m³) pour assurer une bonne diffusion sur l'ensemble de la surface d'infiltration.

La fosse septique doit être vidangée tous les 1 à 2 ans (extraction de 10 à 20 m³ de boues à 10 g/l soit 100 à 200 kg de matières sèches).

Ce procédé, assez simple dans son principe, nécessite souvent un poste de refoulement entre la fosse septique et l'épandage pour produire l'effet de chasse.

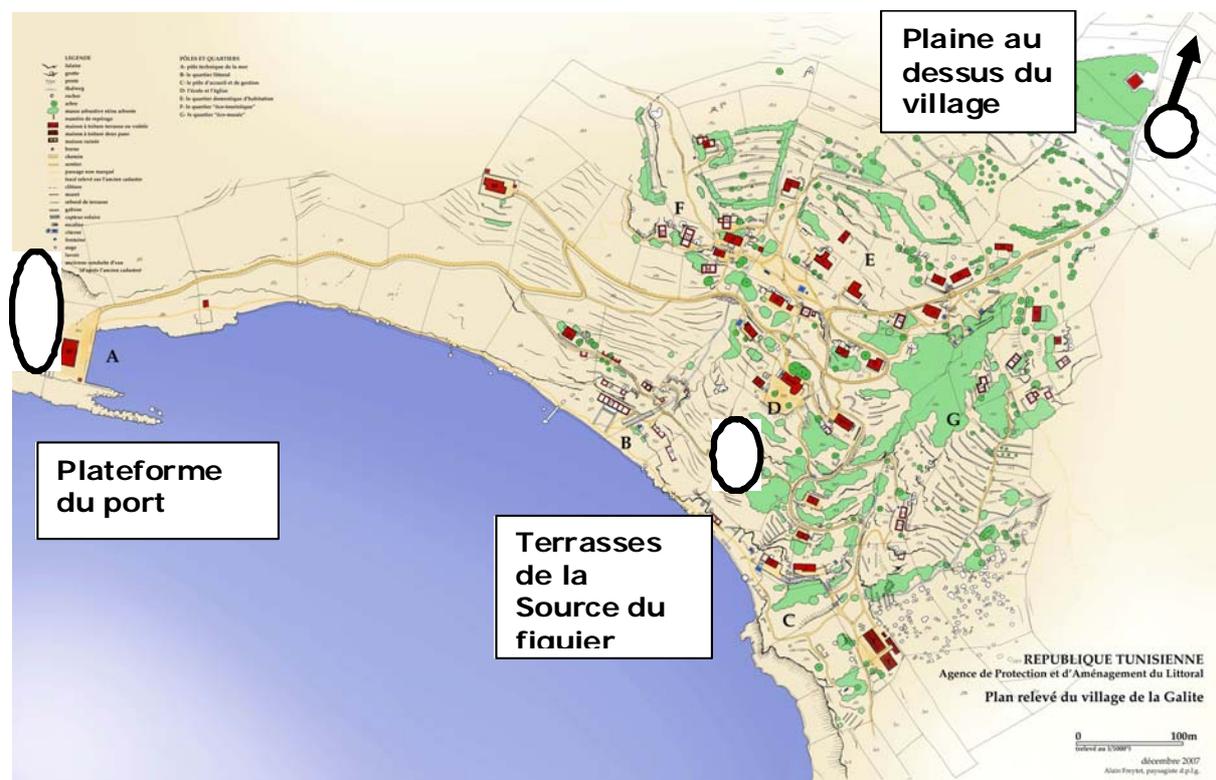
Il comporte de plus une gestion des boues assez lourde. Dans le contexte de l'Ile, il paraît nécessaire de l'associer à un système de compostage des boues par lits de roseaux.

3.4.4 Les sites d'implantation des installations de traitement

Trois sites ont été repérés en vue de l'implantation d'une installation de traitement collectif des eaux usées ; mais compte tenu des caractéristiques de chacun d'eux (localisation, altitude, surface disponible, milieu récepteur), les procédés de traitement précédemment décrits s'adaptent plus ou moins bien suivants les sites. Chaque site impose également un mode et un point de rejet.

Voir figure 4 et photos de l'annexe 3.

Figure 4 Sites d'implantations possibles pour la station d'épuration



La plateforme du port

Surface disponible : 90 m x 30 m = 2700 m³

Altitude : + 3 à + 4 m

Occupation actuelle : terrain vague

Contraintes spécifiques : le site peut être submergé par des vagues lors de tempête, la partie côté versant est sujette aux éboulements

Collecte des effluents : toutes les constructions à partir de l'école et de l'église et au dessus peuvent être raccordées gravitairement par un collecteur posé sous la route d'accès du port. Le quartier sud est (accueil, centre de plongée, maison Bourghiba) devra être raccordé par un refoulement vers l'école pour rejoindre le collecteur gravitaire.

Point de rejet : rejet en mer qui peut être rendu diffus en infiltrant les eaux traitées dans les enrochements côtiers qui protègent la plateforme

Procédés de traitement envisageables : Les 3 procédés de traitement peuvent être implantés sur ce site

Le lagunage

Avec 1500 m² de plan d'eau répartis en 2 bassins (1000 m² + 500 m²), l'installation de ce procédé occupe la quasi-totalité du site. Le rejet peut se faire par l'intermédiaire d'une roselière sur toute la longueur de l'enrochement côtier soit environ 30 m.

Le site nécessite une étanchéité artificielle, une protection contre les vagues mais pas d'énergie.

Si la submersion par des vagues reste exceptionnelle, les perturbations sur le fonctionnement du lagunage seront minimales et acceptables.

Lits plantés de roseaux

Avec 380 m² de lits en 4 bassins, l'installation n'occuperait qu'une partie du site. L'absence de dénivelé entre les 2 étages est un élément défavorable pour la mise en place de ce procédé. Il existe néanmoins des installations où les 2 étages de traitement sont superposés (bassins avec 2 massifs filtrants superposés, le grossier en surface le fin au fond). Les bassins devront être étanchés artificiellement ; on peut également envisager un rejet direct dans le sol car la plateforme semble constituée de remblai perméable.

La submersion exceptionnelle des bassins n'est pas un obstacle à la mise en place de ce procédé sur ce site. Le rejet peut se faire comme pour le lagunage par l'intermédiaire d'une roselière le long du cordon d'enrochement si les bassins sont étanchés.

Système fosse septique et épandage souterrain

Le dispositif occuperait la presque totalité du site, mais la partie épandage souterrain pourrait être réutilisée pour certains usages autres que des constructions. L'impact visuel serait faible. Toutefois, il faut prévoir un lit planté de roseaux de quelques dizaines de m² pour composter les boues extraites de la fosse septique.

L'installation de ce procédé sur ce site ne présente d'intérêt que si le sol est suffisamment perméable pour qu'il y ait infiltration sous l'épandage et rejet indirect vers la mer.

Ce dispositif pourrait fonctionner gravitairement si la fosse peut être installée un peu plus haut que l'épandage (environ 4 m) pour permettre la mise en place d'un réservoir de chasse automatique. Sinon, l'électricité est nécessaire pour un poste de relevage entre la fosse et l'épandage.

L'extraction des boues et leur acheminement par canalisation vers le lit de roseaux peut se faire par une pompe thermique en l'absence d'électricité.

Les terrasses à cote de la fontaine du figuier (El kerma)

Il s'agit d'anciennes terrasses de culture de part et d'autre du chemin qui conduit de la source du figuier à l'ancienne conserverie.

Au dessus du chemin, on trouve 2 terrasses d'environ 200 m² chacune ; au dessous, on note une terrasse d'environ 400 m².

Ce site ne se prête qu'à la mise en place du procédé de traitement par lit plantés de roseau en installant les 2 bassins du niveau 1 au dessus du chemin et les 2 bassins de niveau 2 au dessous du chemin. La dénivelée est suffisante pour l'installation de chasse automatique

Ce site peut recevoir gravitairement toutes les constructions à partir du bâtiment 6, école et église. Le quartier Sud Est doit être refoulé comme pour le site précédent.

Les bassins doivent être munis d'une étanchéité artificielle, il n'est pas possible de laisser infiltrer les eaux usées traitées en raison de la fragilité du talus en dessous les terrasses.

Pour le rejet, on peut envisager 2 solutions qui peuvent d'ailleurs être complémentaires :

- Rejet dans le talweg Est qui passe entre la maison Bourghiba et le bâtiment d'accueil ; en conduisant le rejet le plus haut possible dans ce talweg constitué sur une partie de son cours par des terrains sableux perméables, on devrait obtenir l'infiltration de la totalité des eaux rejetées avant l'arrivée à la mer.
- Les eaux traitées sont refoulées jusqu'à la plaine pour y être réutilisées pour l'arrosage de cultures

La plaine au dessus du village

Le vallon au dessus du village se termine par un col très évasé occupé par d'anciens terrains agricoles. Sur le versant gauche en face du cimetière, on note quelques terrasses de terrain argileux qui ont été plantées de pins.

Ce site pourrait se prêter à la mise en place d'un lagunage ou de lits plantés de roseaux utilisant l'étanchéité des terrains en place éventuellement améliorée par adjonction d'un produit étanchant (par exemple bentonite).

L'intérêt de ce site est :

- De réutiliser les eaux traitées pour l'irrigation de culture sur la « plaine »
- De rejeter les eaux traitées sur le versant opposé au village (vallon de la maison des douaniers) pour préserver de manière radicale les ressources en eau du versant du village

3.5 Analyse comparative

3.5.1 Assainissement autonome-assainissement collectif

Ces 2 modes d'assainissement doivent donner le même niveau de satisfaction vis-à-vis de la salubrité si les installations sont correctement réalisées.

Les différences essentielles se trouvent dans leur rapport à l'aménagement du site et à l'environnement.

L'assainissement autonome permet un équipement progressif des constructions au fur et à mesure de leur réhabilitation alors que pour l'assainissement collectif, il faut d'emblée réaliser une part importante sinon la totalité du réseau de collecte et l'unité de traitement des effluents collectés. Cela a donc un impact sur la mobilisation de l'investissement, mais il est probable que pour un nombre égal de constructions assainies, l'assainissement collectif coûte moins cher que l'assainissement autonome réalisé dans les règles de l'art (fosse toutes eaux avec ventilation, épandage par drains).

Vis-à-vis de l'environnement, plusieurs points sont à considérer.

Concernant la protection des eaux souterraines :

Dans le contexte d'un aquifère de très faible capacité comme celui du village de la Galite, l'assainissement autonome a un impact sur la qualité des eaux. Si le rejet dans le sol s'effectue par un épandage superficiel, cet impact est limité aux nitrates et au phosphore. Si le rejet dans le sol s'effectue au moyen de puisard qui court-circuite l'épuration en milieu non saturé, il peut s'y ajouter une pollution microbiologique.

Ramené à la protection des 2 sources utilisables pour l'alimentation en eau potable, on constate que (voir figure 1) :

- Pour la source Sidi Ahmed, il n'y a que 3 constructions à assainir dans le bassin d'alimentation. Pour ces maisons n°12, 13 et 14, un rejet dans le sol déporté à l'aval de la source est facilement réalisable.
- Pour la source du président, il y a actuellement 3 ou 4 habitations occupées dans son bassin d'alimentation et leur rejet déporté à l'aval apparaît plus difficile. Il en est de même des ruines du quartier D qui, si elles sont réhabilitées, seront juste au dessus de la source.

L'assainissement collectif règle ce problème d'impact sur les eaux souterraines de manière définitive si les eaux traitées sont rejetées en dehors du bassin d'alimentation des sources. Dans le cas où il serait pratiqué une réutilisation des eaux traitées en amont des sources, l'impact sur les eaux souterraines serait minime et très probablement acceptable vis-à-vis de la potabilité de l'eau, mais un contrôle serait nécessaire.

Concernant les nuisances que peut causer l'assainissement, le mode autonome disperse les installations donc augmente le risque de nuisance olfactive due au rejet de gaz des fosses septiques à proximité des habitations. L'assainissement collectif concentre le traitement en un seul point qui peut générer des nuisances. Vis-à-vis de ce risque on remarquera que les installations de traitement des eaux usées ne sont pas situées près des habitations et que certains procédés de traitement ne produisent pratiquement pas d'odeurs (lits plantés de roseaux).

3.5.2 Différentes solutions d'assainissement collectif

Sur le plan de l'équipement du village, les solutions d'assainissement collectif envisagées sur les 3 sites étudiés sont pratiquement équivalentes. Elles diffèrent essentiellement en termes d'impact et de possibilité de réutilisation des eaux usées.

La solution qui présente le moins d'impact et le plus de possibilité est celle basée sur le site au niveau du col. L'installation de traitement est très éloignée des habitations, les eaux traitées peuvent être rejetées sur le versant nord éliminant tout risque d'impact sur les eaux souterraines, la position ménage la possibilité d'une réutilisation gravitaire des eaux traitées sur la plaine pour une irrigation de culture à la demande.

La solution basée sur le site du port pourrait avoir un impact visuel jugé négatif à l'entrée de l'île, néanmoins, l'impact sur les eaux souterraines et les zones susceptibles d'être habitées sera nul. En revanche, l'impact sur le milieu marin au droit du rejet mérite attention.

La solution basée sur le site des terrasses de la source du figuier peut apparaître comme un compromis judicieux vis-à-vis :

- des zones habitées : la construction la plus proche est située à une centaine de m et en hauteur
- des eaux souterraines : pas d'impact sur les bassins versants des 2 sources utilisables pour l'alimentation en eau potable
- du milieu marin : rejet dans un talweg sans arrivée d'écoulement de surface jusqu'à la plage
- du système de lits plantés de roseaux qui peut être intégré dans le paysage notamment en réutilisant les murets de pierres sèches pour délimiter les bassins et également intégré dans l'exposition didactique de l'aménagement de l'île.

3.5.3 Solutions mixtes

Les modes d'assainissement autonome et collectif peuvent être complémentaires dans l'espace et dans le temps.

Dans l'espace :

Dans un mode d'assainissement principal collectif, certaines constructions isolées et difficiles à raccorder au réseau collectif peuvent être assainies de manière autonome (par exemple maison Bourghiba, Garde Nationale, le port). Néanmoins cette mixité ne dispense pas d'un poste de refoulement pour les constructions du bord de la plage (accueil, centre de plongée) car pour ces dernières il n'y a pas de place pour un épandage correct.

Dans le temps :

L'assainissement autonome de certaines constructions peut permettre de différer la réalisation d'un assainissement collectif qui nécessite un investissement important, mais ce passage de l'autonome au collectif a un coût, celui de payer 2 fois l'assainissement de certaines constructions ; il doit donc être limité à quelques constructions et suppose que l'on ait établi un plan d'ensemble de l'assainissement dont le terme est un assainissement collectif.

3.5.4 Tableau récapitulatif de la comparaison des solutions d'assainissement

Assainissement	Avantages	Désavantages	Intérêt
Autonome	Progressivité de la mise en œuvre	Impact sur les eaux souterraines, dispersion des nuisances olfactives	Equipement immédiat des premières constructions réhabilitées
Collectif en général	Pas d'impact sur les eaux souterraines	Cout de la mise en œuvre en 1 seule fois	Equipement définitif de l'ensemble du village
Site 1 : plateforme du port	Réutilisation d'un terrain en friche	Impact visuel à l'entrée de l'île	Rejet indirect en mer si sol perméable
Site 2 : terrasses du figuier	Bonne intégration au site	Rejet un peu compliqué	Bon compromis entre les différentes contraintes
Site 3 : col au dessus de la plaine	Pas d'impact sur le versant du village, site éloigné	Surcout du à l'éloignement du site	Réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation

3.5.5 Indications financières

Les conditions d'accès et de mise en œuvre sur l'île ne permettent pas de faire une extrapolation simple des coûts pratiqués sur le continent pour les installations envisagées. Néanmoins à titre indicatif, on donne ci-dessous des coûts approximatifs des installations si elles étaient réalisées en France continentale.

Installation	Montant estimatif en euros hors taxes
Assainissement autonome d'une construction	15 000
Lagunage avec étanchéité artificielle	60 000
Lagunage sans étanchéité artificielle (sol argileux)	40 000
Lits plantés de roseaux sur étanchéité artificielle	100 000
Fosse septique et épandage souterrain collectifs	120 000
Réseau de collecte à faible profondeur (1000 ml + 1 poste de refoulement)	70 000

3.5.6 Recommandations pour l'immédiate

Le projet d'aménagement qui a été exposé par l'APAL au cours de la mission de juillet 2009 conduit à une occupation humaine a minima de l'île.

Dans ce contexte l'assainissement autonome des premières maisons réhabilitées notamment les 5 et 6, apparaît comme la meilleure solution.

Au-delà de ces premiers équipements qui sont déjà programmés, il apparaît nécessaire d'établir un schéma global de l'assainissement avant de se lancer dans l'équipement autonome d'autres constructions et notamment celles occupées par les différents corps d'armée.

Ce schéma global ne semble pas aujourd'hui réalisable, mais il devra être entrepris dès qu'une visibilité sur le long terme se fera jour. Il devra être mené conjointement à celui de la disponibilité en eau potable et mettre en perspective les avantages et les désavantages des solutions d'assainissement évoquées dans le présent rapport avec les choix d'aménagement du site à long terme (20 ans et plus).

APAL

Assainissement du village de l'île de la Galite

RIOU CONSULTANTS SARL
8 impasse des santolines 30133 LES ANGLES
Mobile : 06 72 83 14 89 Fax : 04 32 70 29 41
Email : y.riou-consultant@wanadoo.fr
SIRET : 452 093 909 00011 code APE : 741G

ANNEXES

ANNEXE 1

ETAT ACTUEL DE

L'ASSAINISSEMENT

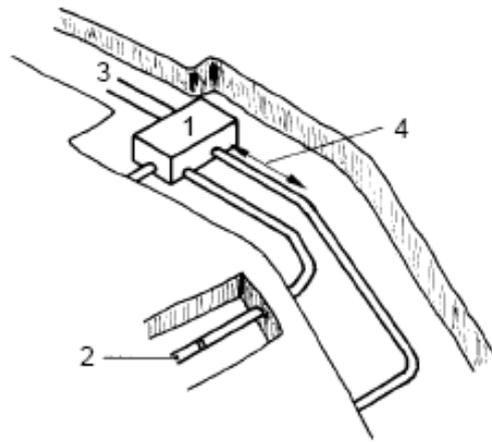
Construction n°6

N° construction	Usage actuel	Assainissement actuel : toilettes	Assainissement actuel : eaux ménagères	Usage futur	Observations
6	Logement garde cuisine collective	Latrine	Rejet direct	Idem	Petit terrain plat en aval (remblai)
Ecole	Logement armée	FS avec puisard dans la cours	Rejet direct	Idem	Cours vaste (remblai)
Foyer (ancienne église)	Logement militaire	FS sur l'arrière (non vue)	?	Idem	Terrain pentu autour (remblai)
5	Sans	Néant	Néant	Logement 5 personnes	Terrasse de 3 m puis pente forte , dalle calcaire
4	Sans	Néant	Néant	Logement 5 personnes	Terrasse 1,5 m dalle calcaire
Bâtiment d'accueil	Sans	1 FS /puits perdu + réseau de collecte	Conjoint avec eaux vannes ?	Accueil +2 toilettes publiques	Ravin bordant la construction en aval
23	Sans	Néant	Néant	Club plongée	Sur la plage
24				Abandonnée	
27				Abandonnée	
Maison Bourghiba 2 maisons	Logement famille militaire	FS	Conjoint eaux vannes ?	Idem	Vaste cours remblai
32	Douche publique	FS		Idem	Espace plat en aval , remblai
33	déchèterie				Pas d'eau
7 et 8	Logement militaire	FS commune sur la place	Conjointes ?	idem	Large espace plat (la place)

31	Sans			Abandonné	
11	Non occupé	Néant	Néant	Atelier	Sans eaux
12	Logement militaire				
13	Logement militaire	Rejet direct	Rejet direct	Idem	Rejet juste en aval de la source S Ahmed
14	Logement militaire	Rejet direct dans une grotte	Rejet direct	Idem	Rejet juste en amont de la source S Ahmed
9		Latrine	Rejet direct		
10	Logement APAL	Latrine	Rejet direct	idem	Terrain en pente sous la terrasse dalle calcaire
30	Garde nationale			Idem	

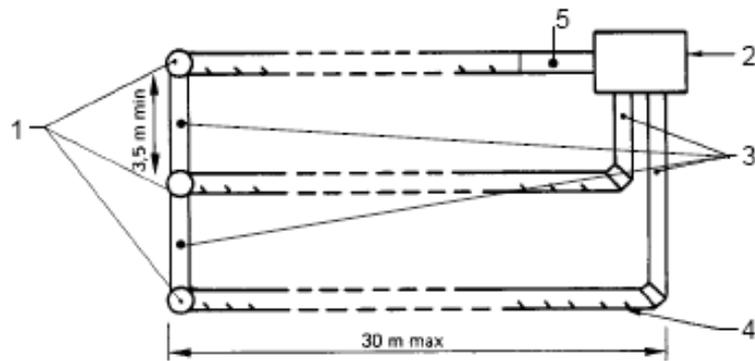
ANNEXE 2

ASSAINISSEMENT AUTONOME



- | | |
|-------------------------|--|
| 1 Regard de répartition | 3 Arrivée des eaux prétraitées |
| 2 Tuyau d'épandage | 4 Tuyau plein horizontal de 0,5 m de longueur minimale |

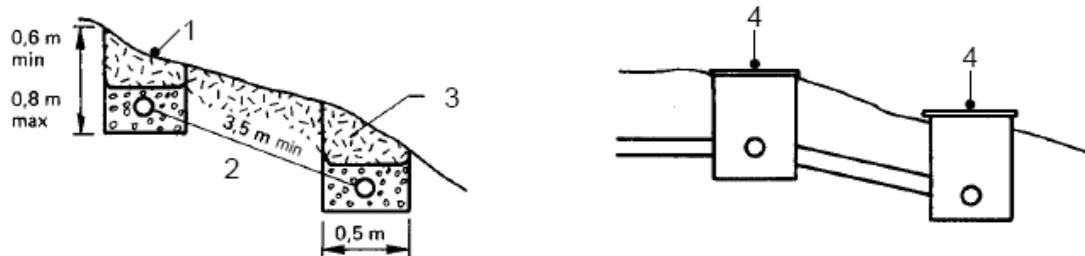
a) Vue de dessus



- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 1 «Té» ou regard de bouclage | 4 Tuyau d'épandage |
| 2 Regard de répartition | 5 Tuyau plein sur 1 m |
| 3 Tuyau plein | |

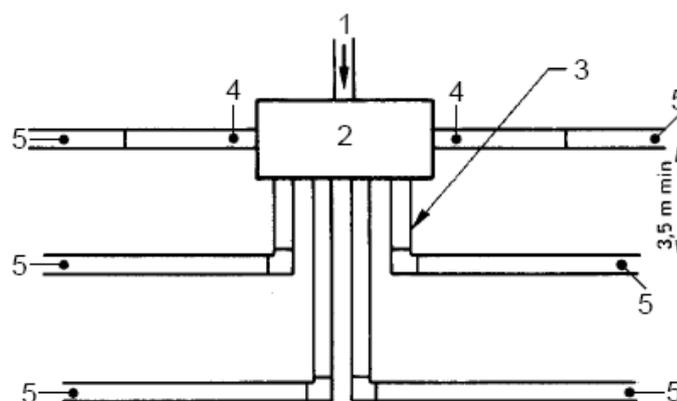
b) Vue de dessus

Figure 5 : Tranchées d'infiltration en terrain en pente



- | | |
|---|-----------------------|
| 1 Tranchées d'infiltration | 3 Terre végétale |
| 2 Graviers de \varnothing 20 mm — 40 mm | 4 Regards de bouclage |

c) Coupes de profil



- | | |
|---|-----------------------|
| 1 Arrivée des eaux prétraitées | 4 Tuyau plein sur 1 m |
| 2 Regard de répartition | 5 Tuyau d'épandage |
| 3 Tuyau plein de 0,5 m de longueur minimale | |

d) Exemple de distribution en tête

Figure 5 : Tranchées d'infiltration en terrain en pente (fin)

ANNEXE 3
PHOTOS DES SITES

La plateforme du port



Les terrasses près de la source du figuier



Terrasse au dessous du chemin



Plaine au dessus du village

Le village

Le cimetière



Anciennes terrasses
sur terrain argileux

La source du
versant nord