

Projet de Fin d'Études pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Rural

Conception de solutions de collecte, de traitement et de réutilisation des eaux usées adaptées aux unités touristiques des zones oasiennes

Présenté et soutenu publiquement par :

EL ASRI Kaoutar & NADIF Samah

Devant le Jury composé de :

Pr. F. EL HAFIANE	Présidente	IAV HASSAN II
Pr. A. HAMMANI	Rapporteur	IAV HASSAN II
Mme. E. EL MEKNASSI YOUSOUFI	Co-rapporteuse	Consultante indépendante
M. M. E. KHIYATI	Co-rapporteur	Consultant indépendant
Dr. G. LACOMBE	Examineur	IAV HASSAN II

Juillet 2022

Dédicace 1

Je dédie ce travail

A mes très chers parents,

Je ne saurais point vous remercier comme il se doit, pour votre affection, votre patience, votre confiance et vos sacrifices. Merci d'avoir consacré votre existence à bâtir la mienne.

A mes très chères sœurs Zineb et Fatima Zahrae,

A ma binôme Samah,

A mes chères amies et chers amis Meryem, Kenza, Najlae, Inès, Hajar, Rihabe, Yassir et Khalid,

A toute la promotion GR 2022,

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à ma formation.

C'est avec un cœur joyeux que je vous dédie ce travail

El Asri Kaoutar

Dédicace 2

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail :

A ma Fatiha. Aucune dédicace très chère maman ne saurait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour toi. Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont tu as fait preuve et de soutien que tu ne cesses de manifester. J'espère que tu y trouveras le témoignage de ma grande fierté de t'avoir comme
mère.

A mon père Abdeljalil, tu es le meilleur de tous les pères. Tu as toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et d'amour. Je tiens à honorer l'homme que tu es et je te dois ce que je suis.

A mes frères et ma sœur : Sami, Souhail et Sahouma pour l'amour et l'affection qui nous unissent.

Puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.

A ma belle-sœur Amal. Tu partages la vie de mon frère, celle de notre famille et la mienne par la même occasion. Je remercie le bon dieu qui a croisé nos chemins.

A Kaoutar, chère amie avant d'être binôme.

A mes très chères amies et chers amis. En témoignage de l'amitié saine qui nous unit, je vous dédie ce travail tout en vous souhaitant plein de bonheur et succès.

A ma grand-mère maternelle. Je vous dédie ce travail pour vos prières et votre amour inconditionnel.

A la mémoire de mes grands-pères maternels et paternels et ma grand-mère paternelle. Que Dieu vous accorde la paix éternelle et que vous reposiez dans son paradis.

A tous les membres de la famille : NADIF et SABRI.

A toute personne qui m'a soutenu, qu'elle trouve ici l'expression de mon amour et ma profonde gratitude.

Nadif Samah

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements envers notre encadrante **Pr. El MEKNASSI YOUSOUFI Ehssan**, pour son soutien, ses conseils, sa disponibilité, ses qualités humaines et professionnelles et son encouragement tout au long de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier vivement notre co-encadrant **M. KHIYATI Mohammed Elghali**, pour son aide, ses critiques amélioratrices et ses directives qui nous ont été très utiles pour l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions également **Pr. HAMMANI Ali**, le coordinateur du projet, pour son soutien et son appui pour que notre travail puisse se dérouler et s'accomplir dans les meilleurs cadres possibles.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à **Pr. EL HAFIANE Fatiha** et **Dr. LACOMBE Guillaume**, qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger et d'examiner ce travail.

Nos remerciements vont de même à **M. BOUYGHF Othmane**, ingénieur Génie Rural à l'ORMVA Ouarzazate, **M. ABDELLAOUI Abdellah**, chef du service de la production agricole à l'ORMVAO ; **M. BABA Mourad**, directeur de l'ANDZOA Ouarzazate, **M. ALLAOUI Yacine**, ingénieur Génie Rural à l'ANDZOA Ouarzazate ; **M. KACHCHA Mohamed**, directeur de la municipalité de Boumalne Dadès.

Nous adressons nos vifs remerciements à **M. EL MOUASSAOUI Moulay Said**, **M. DAKHISSI Jamal**, agents de la commune Ait Sedrate Jbel Soufla, **M. IJOUD Mohamed**, propriétaire de l'unité touristique pour laquelle le pilote a été dimensionné, et à tous les paysannes et paysans de la vallée de Dadès.

Nos vifs remerciements sont également adressés à tout le corps enseignant et les responsables de l'**IAV Hassan II**, et plus particulièrement à ceux du **Département de Génie Rural**, pour leurs efforts et contribution à notre formation. Veuillez accepter l'expression de nos sentiments les plus respectueux.

Abstract

The present study aims to provide a solution to the problems related to the collection, treatment and reuse of wastewater in touristic units of the oasis areas. It aims at designing and dimensioning a decentralised sanitation pilot adapted to the specificities of the study area.

To achieve this objective, a methodological approach based essentially on surveys and interviews with local actors and the population and field visits was adopted.

Thus, participatory diagnoses of the existing pilot sites in the village of Ait Idir, in households and touristic units in the commune of Ait Sedrate Jbel Soufla was essential. The analysis of the information collected led to the following results :

- All the households and tourist sites in the Dades Valley do not have a sewage system. The sanitation system adopted consists of discharging wastewater into simple pits ;
- Absence of wastewater treatment and reuse, except for the pilot sites installed in the village of Ait Idir as part of the Sustain Water MED programme ;
- Existence of different levels of social acceptability of individual sanitation solutions.

Based on all the results, several criteria were identified and allowed the choice of the simplified tubular Anaerobic Baffled Reactor (ABR) with biomass support as a solution for wastewater collection, treatment and reuse adapted to the specificities of the touristic units of the Dades Valley.

A touristic unit in the village of Ait Oufi was used as a basic model for the sizing and cost estimation of the ABR.

Key words : sanitation, collection, treatment, reuse, wastewater, oasis, Dades, touristic units, ABR , pilot project, autonomous.

Résumé

La présente étude se propose d'apporter une solution aux problèmes liés à la collecte, le traitement et la réutilisation des eaux usées au niveau des unités touristiques des zones oasiennes. Elle vise la conception et le dimensionnement d'un pilote d'assainissement décentralisé adapté aux spécificités de la zone d'étude.

Pour atteindre cet objectif, une démarche méthodologique basée essentiellement sur des enquêtes et entretiens avec les acteurs locaux et la population et des visites de terrain a été adoptée.

Ainsi, des diagnostics participatifs au niveau des sites pilotes existants au village Ait Idir, au niveau des ménages et des unités touristiques de la commune d'Ait Sedrate Jbel Soufla ont été effectués. L'analyse des informations collectées a conduit aux résultats suivants :

- L'ensemble des ménages et sites touristiques de la vallée de Dadès est dépourvu du réseau d'égout. Le système d'assainissement adopté consiste à rejeter les eaux usées dans des puits perdus ;
- Absence de traitement et réutilisation des eaux usées, à l'exception des sites pilotes installés au niveau du village Ait Idir dans le cadre du programme Sustain Water MED ;
- Existence de différents niveaux d'acceptabilité sociale des solutions d'assainissement individuel.

En se basant sur l'ensemble des résultats, plusieurs critères ont été identifiés et ont permis de choisir le Réacteur Anaérobie Compartimenté (RAC) simplifié tubulaire avec support de biomasse comme solution de collecte, de traitement et réutilisation des eaux usées adaptée aux spécificités des unités touristiques de la vallée de Dadès.

A cet égard, une unité touristique du village Ait Oufi a servi de modèle de base pour le dimensionnement et l'estimation du coût du RAC.

Mots clés : assainissement, collecte, traitement, réutilisation, eaux usées, oasis, Dadès, unités touristiques, RAC, projet pilote, autonome.

SOMMAIRE

<i>Dédicace 1</i>	II
<i>Dédicace 2</i>	III
Abstract	V
Résumé	VI
SOMMAIRE	VII
LISTE DES TABLEAUX	X
LISTE DES FIGURES	XII
LISTE DES ABREVIATIONS	XVI
Introduction générale	18
PARTIE I	20
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	20
Chapitre I : La situation de l’assainissement rural au Maroc	21
I.1 Introduction.....	21
I.2 Etat des lieux de l’assainissement rural au Maroc.....	21
I.3 Principaux axes de la politique de l’assainissement rural.....	22
I.4 Types d’assainissement en milieu rural.....	23
I.5 Conclusion.....	24
Chapitre II : Technologies d’assainissement adaptées au milieu rural au Maroc	25
II.1 Introduction.....	25
II.2 L’accès à l’assainissement.....	25
II.3 Technologies d’évacuation des eaux usées et des boues de vidange.....	27
II.4 Technologies de traitement des eaux usées et des boues de vidange.....	28
II.5 Le devenir des produits issus du traitement.....	29
II.6 Conclusion.....	30
Chapitre III : Cadre réglementaire et institutionnel de l’assainissement au Maroc	31
III.1 Introduction.....	31
III.2 Cadre législatif et réglementaire.....	31
III.3 Principaux intervenants dans l’assainissement rural.....	33
III.4 Intervention des acteurs par maillon de la chaîne d’assainissement des eaux usées	33
III.5 Interactions entre les acteurs de la chaîne d’assainissement.....	34
III.6 Conclusion.....	35

PARTIE II	37
OUTILS ET METHODES	37
Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude	38
IV.1 Introduction.....	38
IV.2 Cadre géographique et administratif de l'espace régional : Draa-Tafilalet	38
IV.3 Environnement physique de la vallée de Dadès	39
IV.4 Environnement économique de la vallée de Dadès	45
IV.5 Conclusion	49
Chapitre V : Outils et méthodologie de travail	50
V.1 Outils de collecte des données	50
V.2 Démarche méthodologique	50
V.3 Outils d'analyse et d'interprétation des résultats	55
PARTIE III	56
RESULTATS ET DISCUSSION	56
Chapitre VI : Diagnostic des sites pilotes existants au village Ait Idir et propositions de réhabilitation	57
VI.1 Introduction.....	57
VI.2 Réacteur Anaérobie Compartimenté.....	57
VI.3 Digesteur Agricole à Biogaz	63
VI.4 Toilettes de Déshydratation et Séparation d'Urine TDSU.....	74
VI.5 Conclusion	81
Chapitre VII : Diagnostic de la situation d'assainissement au niveau des communes de la vallée de Dadès	83
VII.1 Introduction	83
VII.2 Circuit d'enquête	83
VII.3 Mode d'habitat	84
VII.4 Réseaux de desserte des logements	85
VII.5 Gestion des eaux pluviales	93
VII.6 Gestion des déchets ménagers	94
VII.7 Défaillances sanitaires et environnementales constatées	94
VII.8 Conclusion.....	98
Chapitre VIII : Diagnostic de la situation d'assainissement au niveau des unités touristiques de la vallée de Dadès	100
VIII.1 Introduction	100
VIII.2 Situation géographique des unités enquêtées	100
VIII.3 Caractéristiques des unités enquêtées	101

VIII.4	Approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine.....	103
VIII.5	Assainissement liquide	105
VIII.6	Gestion des eaux pluviales	109
VIII.7	Nuisances liées à l'état actuel de l'assainissement des unités touristiques	109
VIII.8	Conclusion.....	110
Chapitre IX : Choix et conception d'une solution d'assainissement adaptée pour un établissement touristique de la zone d'étude.....		111
IX.1	Introduction.....	111
IX.2	Choix de la filière d'assainissement	111
IX.3	Choix d'une unité touristique pour la mise en place du pilote	113
IX.4	Choix de la technologie du pilote	114
IX.5	Conception et dimensionnement du RAC.....	117
IX.6	Emplacement, terrassement et montage du RAC simplifié tubulaire dimensionné 128	
IX.7	Réutilisation des eaux usées issues du RAC.....	129
IX.8	Valorisation des boues de vidange.....	134
IX.9	Estimation du coût d'implémentation du pilote conçu	135
IX.10	Mesures d'accompagnement	139
IX.11	Evaluation des impacts du pilote conçu	141
IX.12	Conclusion.....	142
Conclusions et recommandations		144
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE.....		146
ANNEXES.....		151
ملخص.....		180

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Types d'assainissement en milieu rural au Maroc	23
Tableau 2 : Avantages et inconvénients des filières d'assainissement	23
Tableau 3 : Description de quelques technologies d'accès à l'assainissement en milieu rural .	25
Tableau 4 : Description de quelques technologies d'évacuation des eaux usées et des boues de vidange adoptées en assainissement collectif et non collectif du milieu rural	27
Tableau 5 : Description de quelques technologies de traitement des eaux usées et des boues de vidange adaptées au milieu rural	28
Tableau 6 : Description de quelques technologies de valorisation ou rejet des sous-produits en milieu rural	29
Tableau 7 : Cadre réglementaire relatif à l'assainissement et à la protection de l'environnement	31
Tableau 8 : Liste des stations pluviométriques du Moyen et Haut Draa (ABHSMD, Waman Consulting, 2010)	41
Tableau 9 : Précipitations moyennes mensuelles à Boumalne Dadès 1991-2021 (Climate Data, s.d.)	42
Tableau 10 : Evolution des températures moyennes, minimales et maximales au niveau de Boumalne Dadès (Climate Data, s.d.)	42
Tableau 11 : Mode d'habitat par commune de la vallée de Dadès (Haut Commissariat au Plan)	84
Tableau 12 : Tarification de l'eau adoptée par la commune ASJS (Source : Commune ASJS)	86
Tableau 13 : Tarification des tranches d'eau par les associations locales de la commune ASJS	86
Tableau 14 : Tarification de l'électricité au niveau du village Ait Idir - Commune ASJS (Source : Commune ASJS)	93
Tableau 15 : Inventaire des locaux et équipements sanitaires des unités touristiques enquêtées	102
Tableau 16 : Consommation en eau mensuelle des unités touristiques enquêtées.....	104
Tableau 17 : Caractéristiques des systèmes d'évacuation des eaux usées par les unités touristiques enquêtées	107
Tableau 18 : Raisons d'élimination des technologies non adaptées à l'unité touristique choisie	116
Tableau 19 : Paramètres de dimensionnement d'un RAC ((Programme AGIRE GIZ, 2020)	117
Tableau 20 : Signification du format des cellules de la feuille de calcul RAC classique	120
Tableau 21 : Nombre d'équivalent habitant pour les bâtiments publics (FIA, 2021)	120
Tableau 22 : Charges polluantes en milieu rural d'1 EH (SDNAL, 2015)	121
Tableau 23 : Calcul du débit d'eaux usées produit et de la charge polluante	121
Tableau 24 : Calcul de la charge polluante pour un module 8EH du RAC	122
Tableau 25 : Feuille de dimensionnement du RAC classique modulaire 8 EH	123
Tableau 26 : Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement du RAC classique modulaire 8EH	124
Tableau 27 : Dimensions et rendements des RAC simplifiés tubulaires (Programme AGIRE GIZ, 2020).....	127

Tableau 28 : Dimensions du RAC simplifié tubulaire 8 EH (Programme AGIRE GIZ, 2020)	127
Tableau 29 : Cultures et nombre d'arbres de la parcelle à irriguer par les eaux usées traitées du RAC dimensionné pour le site touristique	130
Tableau 30 : Besoin en eau des cultures (m ³ /ha/j)	133
Tableau 31 : Coûts unitaires des installations et repliement de chantier et plans de recollement	136
Tableau 32 : Coûts unitaires des travaux de génie civil	136
Tableau 33 : Coûts unitaires des composantes spécifiques d'un RAC simplifié tubulaire	137
Tableau 34 : Bordereau des prix d'installation d'un RAC simplifié tubulaire pour un module 8 EH	137
Tableau 35 : Mesures post-traitement et réduction des pathogènes (OMS, 2016)	141
Tableau 36 : Liste des personnes rencontrées pendant la mission de terrain	152
Tableau 37 : Caractéristiques géographiques et générales des unités touristiques enquêtées	162
Tableau 38 : Critères de réutilisation des EUT au Maroc (Brahim Soudi, 2007)	168
Tableau 39 : Niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées (ANSES, 2012)	169
Tableau 40 : Pourcentage p de la durée d'éclaircissement pour différentes latitudes (FAO, 1977)	170
Tableau 41 : Les coefficients Kc et Kr des différentes cultures	170
Tableau 42 : Calcul de l'évapotranspiration de référence par la méthode de Blaney-Criddle	170
Tableau 43 : Calcul de l'ETc	171
Tableau 44 : Calcul des besoins nets	171
Tableau 45 : Calcul des besoins bruts	172
Tableau 46 : Mesures de contrôle liées à la protection des travailleurs, des agriculteurs, de la communauté locale et des consommateurs	177
Tableau 47 : Paramètres et fréquences de suivi et de contrôle du système de réutilisation	179

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différents intervenants par maillon de la chaîne d'assainissement des eaux usées et des boues	34
Figure 2 : Les différents acteurs d'assainissement au niveau local et leurs interactions	35
Figure 3 : Provinces de la région Draa-Tafilalet (CRI Draa Tafilalet, s.d.)	39
Figure 4 : Colonnes stratigraphiques synthétiques du bassin d'Ouarzazate d'après Jossen et Filali Moutei 1988 (Agoussine Mbarek, 2004)	40
Figure 5 : Précipitations mensuelles pour l'année hydrologique 2017-2018 au niveau de 8 stations du bassin du Haut Draa (Source des données : ABHDON)	42
Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Boumalne Dadès (Climate Data, s.d.)	43
Figure 7 : Champs agricoles au niveau de la vallée de Dadès - Commune ASJS	45
Figure 8 : Pratique de l'agriculture au niveau du jardin d'un ménage - Commune ASJS	46
Figure 9 : Etables au niveau des ménages - Commune ASJS	46
Figure 10 : Stockage du fumier à côté de l'étable - Commune ASJS	47
Figure 11 : PIB par secteur au niveau de la région de Draa Tafilalet (Ministère de l'Economie, des Finances et de la Réforme de l'Administration , 2019)	48
Figure 12 : Souk hebdomadaire du village Ait Idir - Commune ASJS	49
Figure 13 : Epicerie au niveau du village Ait Oufi - Commune ASJS	49
Figure 14 : Analyse SWOT de la zone d'étude	49
Figure 15 : Phases de la démarche méthodologique suivie	50
Figure 16 : Enquête avec le propriétaire d'une maison d'hôte où se trouve un pilote GIZ - Village Ait Idir - Commune ASJS	52
Figure 17 : Visite d'un ménage pour enquête - Village Ait Idir - Commune ASJS	52
Figure 18 : Enquête avec le propriétaire d'une unité touristique - Village Ait Oufi - Commune ASJS	52
Figure 19 : Situation des communes rurales de la zone d'étude	53
Figure 20 : Visite du siège de la municipalité de Boumalne Dadès	53
Figure 21 : Visite des gorges de Dadès	54
Figure 22 : Photo de Oued Dadès prise lors des visites du terrain	54
Figure 23 : Visite des exploitations agricoles au niveau de la commune ASJS	54
Figure 24 : Situation des pilotes GIZ au niveau du village Ait Idir	57
Figure 25 : Réacteur anaérobie compartimenté au niveau du ménage de Yamini Sghir	58
Figure 26 : Cuve des eaux usées traitées par le RAC	58
Figure 27 : Conduite de biogaz produit par le RAC	59
Figure 28 : Regard de la cuve de collecte des eaux usées du ménage	59
Figure 29 : Canalisation avec vanne pour la vidange du RAC (La vanne est entourée en rouge)	60
Figure 30 : Partie du jardin irriguée par les eaux usées traitées par le RAC	61
Figure 31 : Fissurations du béton au niveau de la partie non enterrée du RAC	62
Figure 32 : Fuites d'eau suite aux fissurations du béton	62
Figure 33 : Digesteur agricole du ménage Yamini Sghir	64
Figure 34 : Abri du gazomètre en géomembrane	64
Figure 35 : Bac d'alimentation eaux usées/bouse	65
Figure 36 : Trou d'homme de la cuve de digestion munie d'une conduite de sortie du biogaz	65

Figure 37 : Regard de la cuve de collecte des eaux usées du ménage	65
Figure 38 : Cuve des eaux usées traitées par le digesteur	65
Figure 39 : Partie de l'exploitation irriguée par les eaux usées traitées par le digesteur	66
Figure 40 : Pas de production de biogaz par le digesteur.....	67
Figure 41 : Géomembrane détériorée au niveau de l'abri à gazomètre	67
Figure 42 : Mise en place du plastique sous le couvercle de la cuve des eaux usées traitées par le digesteur	68
Figure 43 : Schéma du digesteur agricole du ménage Addi Mazili (GIZ).....	68
Figure 44 : Bac d'alimentation eaux/bouse	69
Figure 45 : Regard de la cuve centrale du digesteur munie d'une conduite de biogaz.....	69
Figure 46 : Regard du bassin d'expansion et regard de la cuve de stockage de digestats	70
Figure 47 : Conduite du biogaz produit par le digesteur.....	70
Figure 48 : Sortie des boues vidangées	70
Figure 49 : Alimentation du réchaud par le biogaz produit au niveau du digesteur	71
Figure 50 : Conduite d'alimentation en biogaz au niveau de la cuisine du ménage et le tuyau d'indication de son niveau	71
Figure 51: Vue d'ensemble du digesteur agricole de la maison d'hôte Mogador Dar Moha ...	72
Figure 52: Tuyau galvanisé permettant la conduite de biogaz produit par le digesteur vers la cuisine.....	73
Figure 53: Utilisation d'une pompe électrique pour pomper les eaux usées traitées issues du digesteur anaérobie.....	73
Figure 54: Réutilisation des eaux usées traitées en irrigation du champ de culture du propriétaire	73
Figure 55 : Cuvettes des TDSUs après remplacement par une toilette à siphon manuel.....	75
Figure 56 : Remplacement des TDSUs par une toilette à siphon manuel.....	75
Figure 57: Bidons utilisés pour le stockage des fèces	75
Figure 58: Chambres de déshydratation de la TDSU du ménage, munies d'un tube de ventilation.....	75
Figure 59: TDSU à position accroupie au niveau de l'école primaire au village Ait Idir	76
Figure 60: TDSU à position assise au niveau de l'école primaire au village Ait Idir	76
Figure 61: Dix regards des réservoirs enterrés de stockage des urines issues des TDSUs au niveau de l'école primaire.....	77
Figure 62 : Robinet de collecte des urines hygiénisées situé en dehors de l'école primaire	77
Figure 63 : Chambres de déshydratation des TDSUs existantes au niveau de l'école primaire, munies des tubes de ventilation.....	77
Figure 64 : Toilettes turques utilisées actuellement par les élèves de l'école primaire du village Ait Idir	78
Figure 65: Vue d'extérieur des TDSUs existantes au niveau du marché du village Ait Idir....	79
Figure 66: Etat actuel désastreux des cuvettes à séparation d'urines existantes au niveau du marché du village Ait Idir	80
Figure 67 : Etat actuel des équipements de la TDSU (portes, lavabos, interrupteurs).....	81
Figure 68 : Vue de près d'une chambre de déshydratation d'une TDSU existante au niveau du marché du village Ait idir.....	81
Figure 69 : Degré de satisfaction des usagers des technologies par rapport aux objectifs fixés au début	82
Figure 70 : Situation géographique des ménages enquêtés	83

Figure 71 : Habitat groupé au niveau du village Ait Ouffi de la commune Ait Sedrate Jbel Soufla	85
Figure 72 : Habitat groupé au niveau de la commune Ait Youle.....	85
Figure 73 : Mode d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine pour les ménages enquêtés de la commune de ASJS.....	85
Figure 74 : Puits individuel au niveau de deux ménages de la commune ASJS.....	86
Figure 75 : Types de dispositifs d'accès au niveau des ménages enquêtés.....	88
Figure 76 : Cuvette à chasse d'eau et cuvette à chasse d'eau mécanique au niveau du même ménage – Village Ait Oufi – Commune ASJS.....	88
Figure 77: Conduite d'évacuation des eaux usées - Village Ait Oufi - Commune ASJS.....	88
Figure 78 : Puits perdu d'un ménage du Village Ait Oufi - Commune ASJS	89
Figure 79 : Puits perdu en cours de construction - Village Ait Oufi - Commune ASJS.....	89
Figure 80 : Proportion des ménages avec séparation des eaux noires/eaux grises.....	89
Figure 81 : Conduite de sortie des eaux de la machine à laver au niveau d'un ménage du village Ait Oufi - Commune ASJS.....	90
Figure 82 : Proportion des ménages adoptant la vidange des puits perdus.....	91
Figure 83 : Camion de vidange des puits perdus au niveau de la commune Ait Youle.....	91
Figure 84 : Pompe pour la vidange des puits perdus de la commune Ait Youle	91
Figure 85 : Réutilisation des eaux usées pour l'irrigation de l'exploitation agricole – Maison d'hôte Dar Moha Mogador – Village Ait Idir – Commune ASJS	92
Figure 86 : Proportion des ménages enquêtés favorables et non favorables à la réutilisation .	92
Figure 87 : Tuyaux d'évacuation des eaux pluviales dans les ruelles - Village Ait Oufi – Commune ASJS	94
Figure 88 : Camion de la commune ASJS pour la collecte des déchets solides	94
Figure 89 : Dépôt des déchets près du ménage pour la collecte par le camion de la commune – Village Ait Idir	94
Figure 90 : Point de rejet des eaux usées d'une unité touristique directement dans Oued Dadès - Village Ait Oufi - Commune ASJS	95
Figure 91 : Emplacement d'un puits perdu près de Oued Dadès - Village Ait Oufi - Commune ASJS	95
Figure 92 : Passage d'une conduite des eaux usées d'un ménage par la Seguia – Village Ait Oufi – Commune ASJS	96
Figure 93 : Rejet des déchets solides près de Oued Dadès - Village Ait Oufi - Commune ASJS	96
Figure 94 : Rejets des eaux grises dans les ruelles (à gauche : Commune de Boumalne Dadès; à droite : Commune ASJS).....	97
Figure 95 : Proportion des ménages enquêtés pratiquant la lessive au niveau de l'Oued Dadès	97
Figure 96 : Pratique de la lessive dans Oued Dadès - Commune Ait Youl	98
Figure 97 : Panneau d'interdiction de la pratique de la lessive et toute activité polluante de Oued Dadès - Commune Ait Youl	98
Figure 98 : Machine à laver au niveau d'un ménage du Village Ait Idir - Commune ASJS ...	98
Figure 99 : Situation géographique des unités touristiques enquêtées.....	100
Figure 100 : Nombre d'unités touristiques enquêtées par village de la commune ASJS	101
Figure 101 : Capacité d'hébergement par unité touristique.....	101
Figure 102 : Fréquentation mensuelle moyenne par unité touristique	103
Figure 103 : Variation intra-annuelle du nombre de visiteurs des unités 5 et 6.....	103

Figure 104 : Modes d'approvisionnement en eau potable pour les unités touristiques enquêtées	104
Figure 105 : Emplacement du puits perdu pour l'unité n°6.....	106
Figure 106 : Emplacement de la fosse septique pour l'unité n°5	106
Figure 107 : Proportion des unités touristiques adoptant la vidange	106
Figure 108 : Emplacement du canal d'évacuation des eaux usées d'une unité touristique directement dans Oued Dadès - Village Ait Oufi- Commune ASJS.....	107
Figure 109 : Pollution de l'Oued Dadès au niveau de l'emplacement de la conduite d'évacuation des eaux usées d'une unité touristique.....	107
Figure 110 : Conduite d'évacuation des eaux pluviales sur toiture d'une unité touristique – Village Ait Idir – Commune ASJS.....	109
Figure 111 : Situation géographique du groupement des unités touristiques pour la filière d'assainissement semi collectif – Village Ait Oufi – Commune ASJS	112
Figure 112: Espace pour la mise en place du pilote - Village Ait Oufi - Commune ASJS ...	112
Figure 113 : Unité n°6 choisie pour la mise en place du pilote – Village Ait Oufi – Commune ASJS	113
Figure 114 : Système d'irrigation localisée au niveau du jardin de l'unité n°6	113
Figure 115 : Espace disponible pour la mise en place du pilote au niveau de l'unité touristique n°6	114
Figure 116 : Critères de choix utilisés pour le choix de la technologie de traitement	114
Figure 117 : Abattement de la DBO par rapport au TRH dans le RAC.....	118
Figure 118 : Effet du nombre des compartiments sur le taux d'abattement de la DBO dans le RAC.....	118
Figure 119 : Effet de la température sur le taux d'abattement de la DBO dans le RAC	119
Figure 120 : Abattement de la DBO par rapport à la concentration du RAC	119
Figure 121 : Abattement de la DBO dans le cas de surcharge organique dans le RAC.....	119
Figure 122 : Vue de profil du RAC classique 8EH dimensionné	124
Figure 123 : RAC : Coupe frontale A à la sortie du compartiment de décantation	125
Figure 124 : RAC : Coupe frontale B du compartiment à flux ascendant	125
Figure 125 : RAC : Coupe frontale C du compartiment à flux ascendant	125
Figure 126 : RAC à compartiment descendant tubulaire : Vue de profil (Programme AGIRE GIZ, 2020).....	126
Figure 127 : RAC simplifié tubulaire (Configuration linéaire) : Vue générale (Programme AGIRE GIZ, 2020).....	126
Figure 128 : RAC simplifié tubulaire avec support de biomasse (Programme AGIRE GIZ, 2020).....	127
Figure 129 : Dimensions des éléments à flux ascendant du RAC simplifié tubulaire 8EH...	128
Figure 130 : Assemblage des éléments à flux ascendant du RAC simplifié tubulaire.....	128
Figure 131 : Pièces détachées d'un cubitainer de 1 m ³ converti en fosse de décantation.....	129
Figure 132 : Caroubier au niveau de la parcelle du site touristique	131
Figure 133 : Abricotier au niveau de la parcelle du site touristique	131
Figure 134 : Figuier au niveau de la parcelle du site touristique	132
Figure 135 : Palmier au niveau de la parcelle du site touristique.....	132
Figure 136 : Amandier au niveau de la parcelle du site touristique	132
Figure 137 : Points de contrôle du système implanté au niveau de l'unité touristique	140
Figure 138 : Carte de l'hydrologie des bassins du Moyen Draa, Haut Draa et de Guelmim (ABHDON, s.d.).....	151

LISTE DES ABREVIATIONS

ABH DON	Agence du Bassin Hydraulique de Draa Oued Noun
AGIRE	Appuis à la Gestion Intégrée de Ressources en Eau
ANDZOA	Agence Nationale de Développement des Zones Oasiennes et l'Arganier
BEC	Besoin en Eau des Cultures
cm	Centimètre
DH	Dirham marocain
EH	Equivalent Habitant
EN	Eaux Noires
ET0	Evapotranspiration de référence
EUT	Eaux Usées Traitées
FIA	France Industries Assainissement
ft	Forfait
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Coopération Technique Allemande)
hab	Habitant
HT	Hors Taxes
IAV	Institut Agronomique et Vétérinaire
j	Jour
Kc	Coefficient Cultural
Kr	Facteur de réduction de la couverture végétale
KWh	Kilowattheure
m ²	Mètre carré
m ³	Mètre cube
MES	Matières en Suspension
mg	Milligramme
mL	Millilitre
mm	Millimètre
Mm ³	Million m ³
MO	Matière Organique
NPK	Azote Phosphore Potassium
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONEE	Office Nationale de l'Eau et de l'Electricité
ORMVA	Office Régional de Mise en Valeur Agricole
ORMVAO	Office Régional de Mise en Valeur Agricole Ouarzazate
P	Phosphore
PERG	Programme d'Electrification Rurale Global
PIB	Produit Intérieur Brut
PM	Prix Moyen
PNA	Programme National de l'Assainissement Liquide et d'Epuration des Eaux Usées
PNAM	Programme National de l'Assainissement liquide Mutualisé et de réutilisation des eaux usées traitées
PNAR	Programme National d'Assainissement Liquide en milieu Rural

PVC	Polychlorure de vinyle
PVC	Polychlorure de Vinyle
RAC	Réacteur Anaérobie Compartimenté
RAFADE	Réacteur Anaérobie à Flux Ascendant à Deux Etages
REUT	Réutilisation
SBR	Réacteur Biologique Séquentiel
SDNAL	Schéma Directeur National d'Assainissement Liquide
SIG	Système d'Information géographique
SWIM	Sustainable Water Integrated Management
SWOT	Strengths Weaknesses Opportunities Threats
TDSU	Toilette de Déshydratation et Séparation d'Urine
TRH	Temps de Rétenion Hydraulique
U	Unité
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket

Introduction générale

Dans un contexte marqué par la faiblesse de l'offre pluviométrique, le déséquilibre entre une offre en diminution et une demande en augmentation de l'eau, ainsi que la dégradation de la qualité et de la quantité des ressources hydriques, la gestion durable de l'eau est placée au centre des préoccupations des politiques publiques et constitue l'un des défis majeurs du développement durable au Maroc.

Conscient de ces enjeux, le Maroc a conduit une politique ambitieuse en matière de mobilisation et de gestion de cette ressource, basée sur le transfert de ressources hydriques des bassins du Nord vers le Sud, la sauvegarde des infrastructures hydrauliques existantes, la mobilisation des ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles notamment à travers le dessalement de l'eau de mer et la réutilisation des eaux usées épurées. En effet, le volume des eaux usées traité et mobilisé pour la réutilisation a atteint un volume total de 71 Mm³ en 2020. La proportion traitée sans danger a atteint 56% du volume total en 2020 contre 7% seulement en 2006.

Le recours à ces eaux non conventionnelles permet de limiter la pénurie d'eau, contribuer à la gestion intégrée de l'eau et améliorer la qualité du milieu récepteur à travers l'amélioration de l'assainissement et de l'épuration.

La problématique des ressources hydriques est accentuée au niveau des oasis, écosystèmes devenus de plus en plus fragiles suite au changement climatique et à la pollution des ressources en eau engendrée par les nombreux points de rejet des eaux usées issues des unités touristiques. C'est le cas de la vallée de Dadès, où la collecte, le traitement et la réutilisation des eaux usées sont indispensables pour la préservation de l'environnement et des ressources en eau.

Conscient de cette situation, et dans le but d'assurer un assainissement durable dans cette région, des projets réalisés dans le cadre de coopération internationale se sont intéressés à la vallée de Dadès, en l'occurrence le programme d'« assainissement écologique » « Sustain Water MED » qui a été conçu pour le village Ait Idir en 2016. Sept sites pilotes ont été choisis en concertation avec les autorités locales pour être équipés de divers systèmes d'assainissement afin de démontrer les différents types de technologies décentralisées pouvant assurer un assainissement durable tout en optimisant la réutilisation des produits.

Notre étude s'inscrit dans la continuité des actions menées au niveau de cette vallée mais cette fois-ci dans le cadre d'un autre projet : le projet maghrébin « MASSIRE » ayant pour objectif le renforcement des capacités des acteurs des zones oasiennes et arides du Maghreb pour développer et mettre en œuvre des innovations permettant un développement durable de ces territoires.

Les objectifs de l'étude sont :

- Diagnostic des pilotes existants au village Ait Idir et propositions de réhabilitation ;
- Diagnostic de la vallée de Dadès en termes d'assainissement et de réutilisation des eaux usées épurées ;
- Etat des lieux de l'assainissement et de la réutilisation des eaux usées au niveau des unités touristiques de la vallée de Dadès ;
- Conception et dimensionnement d'un projet pilote de collecte, de traitement et de réutilisation des eaux usées adapté aux unités touristiques des oasis.

Afin de répondre à ces objectifs, la démarche méthodologique adoptée est divisée en trois phases : la phase des travaux préliminaires (recherche et synthèse bibliographique, élaboration des questionnaires d'enquête), la phase des travaux de terrain (échantillonnage et enquêtes, entretiens avec les acteurs locaux, collecte de données et visites de terrain) et la phase d'analyse des données (dépouillement et analyse des résultats, élaboration des cartes SIG, dimensionnement et estimation du coût du pilote et dessin des plans).

Le plan de rédaction de ce document est subdivisé en quatre parties :

- Première partie : Revue bibliographique : cette partie comporte trois chapitres. Le chapitre I présente la situation de l'assainissement rural au Maroc. Le chapitre II présente les technologies des quatre maillons de la filière d'assainissement, adaptées au milieu rural. Le chapitre III présente le cadre réglementaire et institutionnel de l'assainissement au Maroc.
- Deuxième partie : Outils et méthodes : cette partie est divisée en deux chapitres. Le chapitre IV concerne la présentation de la zone d'étude, et le chapitre V présente les outils et la démarche méthodologique du travail.
- Troisième partie : Résultats et discussions : cette partie s'organise en quatre chapitres. Le chapitre VI concerne le diagnostic des pilotes existants au village d'Ait Idir et des propositions de réhabilitation. Le chapitre VII est dédié aux résultats et conclusions du diagnostic effectué au niveau d'un échantillon de ménages de la zone d'étude, en termes d'assainissement et réutilisation des eaux usées. Le chapitre VIII consiste à présenter les résultats d'enquêtes auprès des établissements touristiques, ainsi que les nuisances liées à l'état actuel de l'assainissement au niveau de ces sites. Le chapitre IX concerne le choix, la conception et le dimensionnement, et l'estimation du coût d'une solution de traitement et réutilisation des eaux usées adaptée à un établissement touristique de la zone d'étude.
- Quatrième partie : Conclusions et recommandations

PARTIE I
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : La situation de l'assainissement rural au Maroc

I.1 Introduction

L'assainissement a pour fonction de collecter les eaux usées, puis de les débarrasser des pollutions dont elles sont chargées avant leur rejet dans le milieu naturel. Au Maroc, le monde rural a longtemps souffert d'insuffisances de collecte et de dépollution des eaux usées, et qui, aujourd'hui, pénalisent le développement économique et social du pays.

Le présent chapitre vise à présenter un état des lieux de l'assainissement rural au Maroc, les programmes en termes de l'assainissement et les types d'assainissement en milieu rural.

I.2 Etat des lieux de l'assainissement rural au Maroc

Au Maroc, la population rurale s'estime à 13,4 millions d'habitants en 2014, répartis en 1298 communes rurales, regroupant environ 32 000 villages. Selon le Haut-Commissariat au Plan, le taux d'accès à l'assainissement en ces localités est seulement de 11 %, en tenant compte simplement des fosses septiques et latrines, alors que l'utilisation des réseaux collectifs d'assainissement en représente 1,7 %.

L'état de l'assainissement peut être décrit comme suit :

- L'assainissement des villages : il n'y a que 38 % des villages qui sont pourvus de dispositifs d'évacuation d'excrétas, et 88 % des eaux usées ménagères sont rejetées directement dans la nature ;
- L'assainissement des communes rurales : le taux de raccordement des communes rurales au réseau collectif est de 9 %.

Cette situation engendre des impacts sanitaires suite à la proximité des lieux de défécation et au manque d'hygiène des latrines, et des impacts environnementaux par les écoulements d'eaux grises sur la voie publique présentant une structure concentrée et des conditions d'infiltration défavorables.

Le volume des eaux usées rejeté au niveau des communes rurales est estimé à 500 000 m³ /jour, ainsi que des quantités importantes de boues provenant des fosses septiques. À ceci, s'ajoutent les excrétas des systèmes d'assainissement sec, les volumes des rejets de la population dépourvue d'installations sanitaires et les volumes apportés par les eaux pluviales.

Les différences entre le milieu urbain et rural sont en termes de :

- La diversité des situations (habitat, climat, géologie, culture) ;
- La dispersion des habitats ;
- Le coût unitaire des techniques d'assainissement en réseau ;
- Le caractère relativement inoffensif des eaux pluviales en milieu rural : contrairement à la ville, où les surfaces imperméables favorisent les écoulements de surface très pollués par lessivage des sols souillés ;
- Le financement du service beaucoup plus difficile à équilibrer ;
- La capacité d'intervention (gestion de projet) et de suivi (du service) plus faible des communes rurales comparées aux municipalités urbaines ;
- La difficulté à faire respecter les normes et règlements d'hygiène.

Ceci explique la rareté des systèmes d'assainissement liquide en milieu rural, et leur limitation en général à des latrines avec fosses de stockage, des fosses septiques, des réseaux simplifiés ou des puits perdus réalisés par les populations locales sans aucun encadrement technique.

I.3 Principaux axes de la politique de l'assainissement rural

L'assainissement rural au Maroc connaît un retard important. Des efforts considérables demeurent nécessaires pour améliorer la situation sanitaire et environnementale rurale et atteindre une équité entre ce dernier et l'urbain.

Programme National de l'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées PNA

L'avènement du Programme National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux usées (PNA) constitue une phase importante de la politique de l'Etat en matière de gestion intégrée des ressources en eau.

Il a été élaboré en 2005 et visait l'atteinte d'un taux de raccordement global au réseau d'assainissement en milieu urbain de 80% en 2020 et de 100% en 2030, avec un volume des eaux usées traitées de 60% en 2020 et de 100% en 2030.

Grâce à ce programme, le taux de raccordement au réseau d'assainissement des eaux usées a atteint 76% en 2019, contre 70% en 2005, et un taux d'épuration des eaux usées de 52.9% contre 8% en 2005, pour la même année.

Bien que le PNA soit dédié essentiellement au milieu urbain et semi urbain, des centres ruraux ont bénéficié de projets d'assainissement liquide dans son cadre (lancement des travaux dans 57 centres des communes rurales et financement des études dans 32 communes). L'impact est certes réduit, mais a pu au moins introduire la nécessité d'assainir également le milieu rural.

Cependant, le PNA ne tient pas compte de l'assainissement et de l'épuration en milieu rural, ainsi que les aspects de la réutilisation des eaux usées et des produits de l'assainissement sont faiblement adressés. En effet, il y avait le lancement des travaux uniquement au niveau de 57 centres des communes rural et le financement des études dans 32 des communes. D'où l'élaboration du Programme National d'Assainissement et de Réutilisation en milieu Rural (PNAR).

Programme National d'Assainissement et de Réutilisation en milieu Rural PNAR

Le Programme National d'Assainissement Liquide en milieu Rural (PNAR), établi en 2015, a pour objectif de réaliser les investissements nécessaires au développement du secteur de l'assainissement liquide en milieu rural afin d'éradiquer la défécation dans la nature, améliorer le taux d'équipement des ménages ruraux à un taux de 100% et le taux de dépollution à un taux de 50% à l'horizon en 2040.

En raison des particularités du milieu rural, le PNAR ne doit pas se contenter de faire des infrastructures, il doit au préalable savoir sensibiliser les populations pour s'appuyer sur leur demande et la prolonger vers la salubrité et le respect environnemental.

Programme National d'Assainissement liquide Mutualisé et de réutilisation des eaux usées traitées PNAM

Le Programme National de l'Assainissement liquide Mutualisé et de réutilisation des eaux usées traitées PNAM, établi en 2018 et lancé en 2019, regroupe et actualise les outils de programmation de l'assainissement existant auparavant (dont le PNA et le PNAR), et met

l'accent sur la réutilisation des eaux usées et le renforcement de l'accès à l'assainissement en milieu rural.

Le PNAM prévoit , à l'horizon 2040, la continuité des investissements au niveau des villes et centres urbains pour atteindre les taux de raccordement et de dépollution de 100% en milieu urbain, l'équipement de 1207 centres ruraux, chefs-lieux des communes en systèmes d'assainissement liquide pour atteindre un taux de raccordement de 80% et un taux de dépollution de 60% et la mobilisation d'un potentiel des eaux usées traitées de 573 Mm³ par an.

I.4 Types d'assainissement en milieu rural

Selon la densité de l'habitat et des constructions, on distingue trois types d'assainissement en milieu rural comme est présenté sur le Tableau 1.

Tableau 1 : Types d'assainissement en milieu rural au Maroc

Assainissement collectif	Assainissement semi-collectif	Assainissement autonome
Les eaux usées et la pollution sont véhiculées par le moyen de longs collecteurs vers le lieu de traitement.	Mis en jeu lorsque le nombre d'habitations à raccorder est petit (10 000 habitants). Il est destiné à un groupement d'habitations ou une agglomération, ce qui nécessite indéniablement un réseau de collecte.	Il tend à regrouper toute la filière (collecte, transport et traitement) sur la parcelle individuelle ou sur des parcelles collectives, peu éloignées des habitations. L'entretien et le vidange d'une installation d'assainissement non collectif sont au frais du propriétaire, qui doit s'adresser à un professionnel ou à la commune.

Ce sont les communes ou les groupements de communes qui ont la responsabilité de l'assainissement collectif et du contrôle de l'assainissement non collectif sur leur territoire.

Avantages et inconvénients des filières d'assainissement

Les avantages et inconvénients de chaque filière d'assainissement sont présentés sur le Tableau 2.

Tableau 2 : Avantages et inconvénients des filières d'assainissement

Echelle d'organisation	Assainissement Collectif	Assainissement Non Collectif	Assainissement Semi Collectif
-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

<p align="center">Avantages</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité et performance sanitaire et environnementale de la collecte et traitement des eaux usées. - Facilité de contrôle de la qualité des rejets. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maîtrise des technologies associées localement. - Coûts d'investissement abordables. - Mise en place modulable et progressive des services. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de coûts d'investissements moyens à élevés selon les options techniques adoptées. - Possibilité d'extension selon l'évolution de la population. - Evacuation en permanence de la pollution loin du lieu de vie des populations.
<p align="center">Inconvénients</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lourds investissements et actions de maintenance régulières. - Capacité et volonté des usagers à payer. - Nécessité d'une pente minimale et une consommation en eau suffisante. - Nécessité d'une source d'énergie puissante et stable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risques de transmission de maladie via des germes pathogènes. - Contamination biologique et chimique des sols et des nappes phréatiques. - Risque lié au dégagement d'odeurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de l'appui d'expert pour la conception et la construction. - Nécessité d'une main-d'œuvre qualifiée pour l'entretien et la maintenance.

I.5 Conclusion

L'état actuel du milieu rural Marocain affiche un retard important du secteur d'assainissement ce qui accentue le déséquilibre qui peut exister entre le milieu rural et le milieu urbain. Cette situation paradoxale s'explique par l'existence de plusieurs contraintes diverses. Un ensemble de programmes ont été entrepris à cet effet, à savoir le PNA, PNAR et PNAM. En effet, la politique marocaine s'est orientée vers une approche combinant l'assainissement et la réutilisation des produits (eaux usées, boues, excréta...) dans un cadre légal et institutionnel avec pour objectif de réduire les risques sur l'environnement et la santé publique. Le chapitre suivant présente les technologies des quatre maillons de l'assainissement adaptées au milieu rural.

Chapitre II : Technologies d'assainissement adaptées au milieu rural au Maroc

II.1 Introduction

Les influents introduits dans un système d'assainissement subissent, au cours de leur parcours, un ensemble d'étapes : une collecte, un transport et un traitement, qui donnent lieu, en fin de chaîne, à un rejet ou à un effluent qui peut éventuellement être réutilisé et valorisé.

Dans ce chapitre, les technologies adaptées au milieu rural pour les quatre maillons de l'assainissement vont être présentées, à savoir l'accès à l'assainissement, l'évacuation des eaux usées et des boues de vidange, le traitement et le devenir des sous-produits.

II.2 L'accès à l'assainissement

Le maillon amont de la filière d'assainissement regroupe les technologies avec lesquelles l'utilisateur est en contact direct. Ces technologies permettent de recueillir les eaux usées et excréta, de les stocker temporairement et éventuellement de les traiter en partie. L'objectif est d'améliorer les conditions sanitaires dans les domiciles des ménages et les lieux d'activité.

De nombreuses publications présentent les différentes technologies de recueil et prétraitement des excréta. Le Tableau 3 ci-dessous se base sur des ouvrages de référence, accessibles en ligne gratuitement.

Tableau 3 : Description de quelques technologies d'accès à l'assainissement en milieu rural

Type de technologie	Technologie	Description	Ouvrages de référence				
			(Monvois J, 2010)	(Tilley E, 2016)	(Franceys R, 1995)	(DRPE)	(Gabert, 2018)
Toilettes sèches	Latrine simple à fosse non ventilée	C'est une simple planche ou dalle posée en travers d'une fosse de 2 m ou plus de profondeur. Elle permet le recueil des excréta mais présente l'inconvénient de dégager des odeurs et d'attirer des mouches.	Fiche A01, p. 66-67	Fiche S2, p. 60-61	p.54	Fiche 5, p 75-78	-
	Latrine simple à fosse ventilée	Le dispositif de ventilation de la fosse permet de réduire les odeurs et la	Fiche 102, p.68-69	Fiche S3, p.62-63	p.54-57	p.77	-

		présence de mouches.					
	Cuvette triple avec séparation d'urine et de l'eau de lavage anal	Les excréta tombent dans la chambre de déshydratation, les urines sont recueillies séparément dans un bidon, et l'eau de lavage anal est collectée puis appliquée sur un petit filtre à gravier.	Fiche A03, p.70-71	Fiche S7, p.70-71	-	Fiche 06, p.79-82 et Fiche07, p.83-86	-
Toilettes à chasse d'eau	Manuelle	Un siphon peut être installé sur la latrine permettant de chasser les excréments par une quantité d'eau suffisante pour expulser les solides dans la fosse et rétablir le niveau du siphon.	Fiche A04, p.72-73	Fiche U4, p.50-51	p.59	Fiche 03, p. 67-69	-
	Mécanique	Il suffit simplement de tirer la chasse d'eau pour emporter les fèces.	Fiche A05, p.74-75	Fiche U5, p.52-53	p.61	Fiche 03, p.67-69	-
Fosses de toilettes à chasse d'eau	Fosse toutes eaux	Elles assurent le traitement des eaux usées grâce à une décantation et un traitement anaérobie.	Fiche A07, p.78-79	Fiche S9, p.74-75	p.63-73	Fiche 04, p.71-74	-
Ouvrages pour les eaux grises	Evier	Il permet de recevoir les eaux grises. Il agit comme un dégrilleur.	Fiche A10, p.84-85	-	-	-	p.7

	Douche	Ouvrage de recueil des eaux grises provenant des activités de lavage corporel, permettant de retenir les éléments solides grossiers.	Fiche A11, p.86-87	-	-	-	p.7
--	--------	--	--------------------	---	---	---	-----

II.3 Technologies d'évacuation des eaux usées et des boues de vidange

Le maillon d'évacuation regroupe les technologies permettant de transporter les eaux usées et excréta hors des lieux de production afin d'assurer la salubrité du quartier. Les principales technologies utilisées pour la vidange et le transport des eaux usées et excréta sont résumées dans le Tableau 4. Elles diffèrent selon le type d'assainissement : collectif ou non collectif.

Tableau 4 : Description de quelques technologies d'évacuation des eaux usées et des boues de vidange adoptées en assainissement collectif et non collectif du milieu rural

	Technologies		Description	Ouvrages de Référence	
				(DRPE)	(Gabert, 2018)
Assainissement non collectif	Vidange et transport	Manuels	Evacuation des systèmes d'assainissement sur site par des outils manuels (pelles – seaux – pompes manuelles), utilisés par les usagers ou les ménages, sans recourir à des équipements et à des véhicules motorisés.	p. 89-92	-
		Motorisés	Evacuation et transport des boues et des eaux usées à l'aide d'une unité mécanisée (camion de vidange, véhicule motorisé équipé d'une pompe motorisée et d'une charrette-citerne). La solution motopompe et charrette-citerne est celle adaptée au milieu rural marocain.	p. 93-96	-
Assainissement collectif	Réseau d'égout	Conventionnel	C'est un ensemble de canalisations souterraines qui assurent le transport des eaux usées ménagères brutes vers une station de traitement centralisée. Cette technologie est appropriée pour les zones densément peuplées.	p. 97-100	p. 469-498
		Non conventionnel	Appelé aussi mini-égouts, puisque les diamètres, les longueurs de canalisations et les profondeurs d'enfouissement des	p. 101-104	p. 498-500

		canalisations sont plus réduits par rapport à ceux d'un réseau conventionnel. Ce réseau assure le transport des eaux usées des ménages vers un lieu de traitement ou de rejet approprié.		
--	--	--	--	--

II.4 Technologies de traitement des eaux usées et des boues de vidange

Avant d'être rejetées dans la nature ou réutilisées, les eaux usées et les boues de vidange doivent subir un traitement adéquat. Cette étape est incontournable pour la réduction des pollutions et la préservation des milieux naturels et la santé de chacun.

Le Tableau 5 décrit quelques technologies de traitement des eaux usées et des boues de vidange, en se basant sur de nombreuses publications existantes sur Internet, gratuitement téléchargeables.

Tableau 5 : Description de quelques technologies de traitement des eaux usées et des boues de vidange adaptées au milieu rural

	Technologie	Description
Traitement des eaux usées	Fosse septique	Les eaux usées stockées subissent des processus de décantation et de biodégradation anaérobie partielle, réduisant ainsi les matières solides et organiques.
	Filtre planté	C'est un bassin imperméabilisé, rempli d'un substrat de gravier ou sable jouant le rôle de support des végétaux semi-aquatiques. Le passage de l'eau usée permet une filtration mécanique, une décantation et une dégradation de la matière organique grâce aux bactéries aérobies et anaérobies fixées sur les éléments du substrat et sur les rhizomes et racines.
	Filtre à sable	C'est un bassin constitué d'une couche de sable qui joue le rôle d'un milieu filtrant. Quand les eaux usées s'écoulent à travers cette couche, elles subissent différents mécanismes physiques (adsorption) et biochimiques (biodégradation aérobie des matières organiques) nécessaires pour leur traitement.
	Réacteur Anaérobie Compartimenté RAC	C'est une fosse septique améliorée, où le traitement des eaux usées se fait en forçant le flux de façon ascendante et descendante à travers une série de compartiments, au fond desquels les polluants sont biologiquement dégradés dans une couche active de boues.
	Digesteur à biogaz	C'est une chambre étanche à l'air, constituée de conteneurs en plastique ou en béton. Il permet la dégradation anaérobie des matières organiques des eaux usées et produit un digestat utilisé comme fertilisant, et du biogaz suite aux processus de fermentation dans le réacteur.
	Réacteur Anaérobie à Flux Ascendant	Les eaux usées à traiter sont introduites par le fond et quittent par le haut de deux réacteurs anaérobies en série pour subir une digestion. Le décanteur externe piège la boue et le filtre à gravier bloque les particules légères. Les boues digérées

	à Deux Etages RAFADE		sont évacuées vers les lits de séchage par écoulement gravitaire.
	Réacteur Anaérobie à Flux Ascendant UASB		Il s'agit d'un bassin profond de section rectangulaire ou circulaire. Les eaux usées entrent dans le réacteur par le bas et s'écoulent vers le haut. Un lit de boues en suspension filtre et traite les eaux usées à mesure qu'elles le traversent.
	Réacteur Biologique Séquentiel SBR		Le procédé correspond à un réacteur unique de type mélange intégral dans lequel se réalise successivement l'aération puis la clarification, et consiste en cinq séquences : alimentation en eau brute, réaction d'aération et brassage, décantation et séparation de MES, vidange (soutirage de l'eau traitée), et extraction des boues en excès.
	Bassins de lagunage naturel		Ce sont de grands plans d'eau artificiels, utilisés individuellement ou reliés en série en trois bassins ou plus pour un traitement optimal. Chaque bassin assure un traitement spécifique.
Traitement des boues	Lit de séchage	Planté	Ce système permet de déshydrater les boues et de traiter en partie les eaux résiduelles grâce à un filtre de sables et graviers et grâce à l'action de végétaux (macrophytes) et de l'évapotranspiration.
		Non planté	Ce système permet de déshydrater les boues et de traiter les eaux résiduelles grâce à un filtre de sables et graviers et grâce à l'action des rayons solaires.
	Compostage		Il se base sur des processus naturels à savoir la dégradation de la matière organique par des microorganismes, ce qui assure une destruction des microorganismes pathogènes.

II.5 Le devenir les produits issus du traitement

Les boues et effluents issus du traitement peuvent soit être utilisés directement, soit subir un traitement complémentaire en cas de réutilisation. Les effluents liquides traités peuvent être rejetés dans le milieu naturel et les solides sont mis en décharge. Le Tableau 6 présente certaines technologies de valorisation ou rejet adaptées au milieu rural.

Tableau 6 : Description de quelques technologies de valorisation ou rejet des sous-produits en milieu rural

Type de technologie	Technologie	Description	Ouvrages de référence		
			(DRPE)	(Gabert, 2018)	(Monvois J, 2010)
	Irrigation	Les effluents liquides peuvent être utilisés pour l'irrigation, permettant d'économiser l'eau, à condition de vérifier régulièrement le niveau des agents	Fiche 24, p.157-160	p.537	p.52

Valorisation			pathogènes présents dans ces eaux traitées afin de ne pas contaminer les ressources alimentaires.			
	Production de biogaz		Les réacteurs à biogaz produisent du biogaz qui peut être utilisé pour la cuisine, le chauffage ou la production d'électricité.	-	p.536	-
	Fertilisation	Par l'urine	Elle devra être incorporée dans le sol afin d'éviter les odeurs ou la perte d'ammoniac.	Fiche 26, p. 165-168	-	-
		Par les fèces déshydratés	Elles peuvent être appliquées comme produit d'amendement des sols agricoles.	Fiche 27, p. 171-174	-	-
Rejet dans le milieu naturel	Puisard		L'effet filtre du sol et la dilution dans le milieu naturel assurent l'épuration finale de l'effluent.	Fiche 28 p.175-178 et Fiche 29 p.179-181	p.538	-
	Lit ou tranchée d'infiltration					

II.6 Conclusion

Il existe plusieurs technologies pour chaque maillon de la filière d'assainissement, présentant chacune des avantages et des inconvénients. Le choix d'une technique parmi les autres dépend de divers critères à savoir l'objectif de traitement, le contexte d'application de la technologie, etc...

Le chapitre suivant vise à présenter le cadre réglementaire et législatif de l'assainissement au Maroc, ainsi que les différents acteurs intervenants, leur organisation par maillon de la chaîne d'assainissement et leurs interactions au niveau local.

Chapitre III : Cadre réglementaire et institutionnel de l'assainissement au Maroc

III.1 Introduction

Faire progresser l'assainissement sur un territoire nécessite une répartition claire des rôles et responsabilités de chaque partie prenante. Dans le but d'assurer un service de qualité au profit de l'utilisateur, cette répartition doit s'appuyer sur une évaluation réaliste des capacités de chacun.

Le présent chapitre présente le cadre législatif et réglementaire de l'assainissement, et expose les principaux intervenants, leur organisation par maillon de la chaîne d'assainissement et leurs interactions au niveau local.

III.2 Cadre législatif et réglementaire

La législation et la réglementation du secteur d'assainissement liquide assurent la préparation, la mise en œuvre et l'exploitation des systèmes d'assainissement sous des conditions fixées par un ensemble des textes. Ces textes s'imposent aux collectivités, aux administrations, aux entreprises et aux particuliers et déterminent les attributions et obligations de chacun.

La loi traite des règles et des dispositions générales, et renvoie à des décrets ou à des arrêtés afin de fixer des éléments plus en détails. Le Tableau 7 résume de manière succincte les principales lois et dispositions du cadre juridique relatives à l'assainissement et la protection de l'environnement (ONEE, 2011).

Tableau 7 : Cadre réglementaire relatif à l'assainissement et à la protection de l'environnement

Loi	Vision	Décrets d'application
La loi n°78.00 portant sur la charte communale	<ul style="list-style-type: none"> – Attribuer au conseil communal le pouvoir de la création et de la gestion des services publics communaux dans les secteurs d'approvisionnement de l'eau potable et de l'assainissement liquide ; – Le conseil communal est chargé de veiller à l'évacuation et au traitement des eaux usées et pluviales, ainsi qu'à la lutte contre toutes les formes de pollution et de dégradation de l'environnement et de l'équilibre naturel. 	
La loi n°10-95 sur l'eau	<ul style="list-style-type: none"> – Inclure les EUT dans la domanialité publique hydraulique ; – Réglementer la réutilisation des EUT ; – Fixer les dispositions réglementaires permettant de contrôler et gérer les rejets, dépôts directs ou indirects, déversement, écoulement dans une eau superficielle ou une nappe souterraine. 	<ul style="list-style-type: none"> – Arrêté n° 1607-06 du 29 Joumada II 1427 (25 juillet 2006) portant sur la fixation des valeurs limites spécifiques de rejet domestique ; – Décret n°2-97-787 du 6 Choual 1418 (4 février 1998) relatif aux normes de qualité

<p>La loi n°36-15</p>	<p>Cette loi repose sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La gestion intégrée et décentralisée des ressources en eau tout en protégeant le milieu naturel ; - La mise en place de systèmes d'information sur l'eau au niveau du bassin hydraulique et à l'échelle nationale. Ces systèmes permettent le suivi régulier de l'eau, des milieux aquatiques, des systèmes environnementaux ainsi que les risques liés à l'eau. 	<p>des eaux et à l'inventaire du degré de leur pollution ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Décret n°2-04-553 du 13 Hijja (24 janvier 2005) relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines ; - Décret n° 2-97-875 du 6 Chaoual 1418 (4 février 1998) relatif à l'utilisation des eaux usées ; - Décret n° 2-05-1533 du 14 moharrem 1427 relatif à l'assainissement autonome.
<p>La loi n°12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement</p>	<p>Décider, sur la base des résultats de l'étude d'impact, les conditions environnementales pour la mise en œuvre des projets de développement, notamment les projets de STEP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Décret n° 2-04-563 relatif aux attributions et au fonctionnement du comité national et des comités régionaux des études d'impact sur l'environnement ; - Décret n° 2-04-564 fixant les modalités d'organisation et de déroulement de l'enquête publique relative aux projets soumis aux études d'impact sur l'environnement
<p>La loi n°11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer un meilleur équilibre entre la nécessité de préservation de l'environnement et les besoins de développement économique et social du pays ; - Fixer les normes et standards de rejets ; - Définir les dispositions visant à lutter contre les pollutions et les nuisances. 	
<p>La loi n°12-90 relative à l'urbanisme</p>	<p>Définir les principes d'assainissement ainsi que les principaux points de rejet des eaux usées.</p>	<p>Le décret n°2-92-832 du 27 Rebia ii 1414 (14 octobre 1993).</p>
<p>Le dahir n° 1-72-103 relatif à la création de l'ONEE</p>	<p>Il est attribué à l'ONEE de gérer les services de distribution d'eau potable et les services d'assainissement liquide dans les communes, lorsque la gestion de ces services lui est confiée par délibération du conseil communal intéressé, approuvée par l'autorité compétente.</p>	

III.3 Principaux intervenants dans l'assainissement rural

La responsabilité de l'assainissement rural n'est pas confiée à une seule entité (Agence ou Office) pour en suivre l'ensemble des opérations : études, réalisations, financement, etc...

Selon la charte communale de 1976, ce sont **les communes** qui sont directement impliquées dans l'assainissement rural. Les textes des Dahirs donnent la responsabilité à la commune pour la réalisation des projets, à caractère communal, dont ceux relatif à l'assainissement liquide en général, et à l'évacuation et traitement des eaux usées en particulier, à savoir l'élaboration des programmes d'équipement, la conduite des études et travaux, etc... (Derko, 2005)

Cependant, les communes ne disposent pas souvent des moyens humains, matériels et financiers pour assumer la responsabilité de ce secteur. La charte communale offre alors plusieurs formules de gestion permettant à d'autres opérateurs d'intervenir. Il s'agit notamment de **l'ONEE-Branche Eau** et des **Régies**.

Les **Agences de Bassins Hydrauliques** interviennent aussi en termes de déclaration et autorisation de rejet, redevances, assistance technique, octroi des aides, gestion des ressources en eau sur le plan quantitatif et qualitatif, etc...

A l'échelle locale, le rôle des **Associations d'Usagers de l'Eau** est indispensable pour la réussite des projets. Ces associations en contact avec les communautés, permettent d'assurer une meilleure adaptation des solutions aux réalités et à l'adhésion sociale à ces solutions. Leurs activités concernent les actions sur terrain, encadrement et sensibilisation des usagers, gestion des services, etc...

III.4 Intervention des acteurs par maillon de la chaîne d'assainissement des eaux usées

La Figure 1 présente les différents intervenants par étape, tout au long de la chaîne de l'assainissement des eaux usées et des boues.

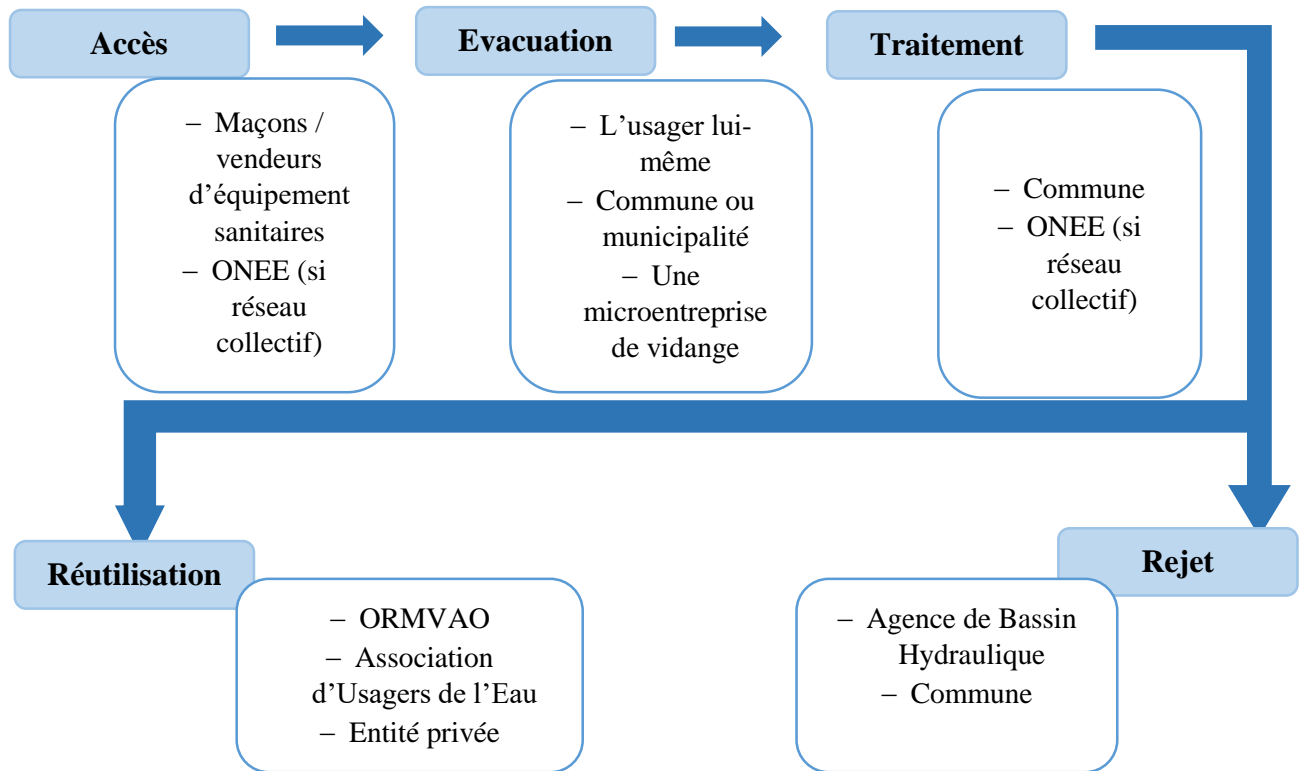


Figure 1: Les différents intervenants par maillon de la chaîne d'assainissement des eaux usées et des boues

III.5 Interactions entre les acteurs de la chaîne d'assainissement

La Figure 2 montre les principales interactions entre les parties prenantes de la chaîne d'assainissement des eaux usées et des boues au niveau local.

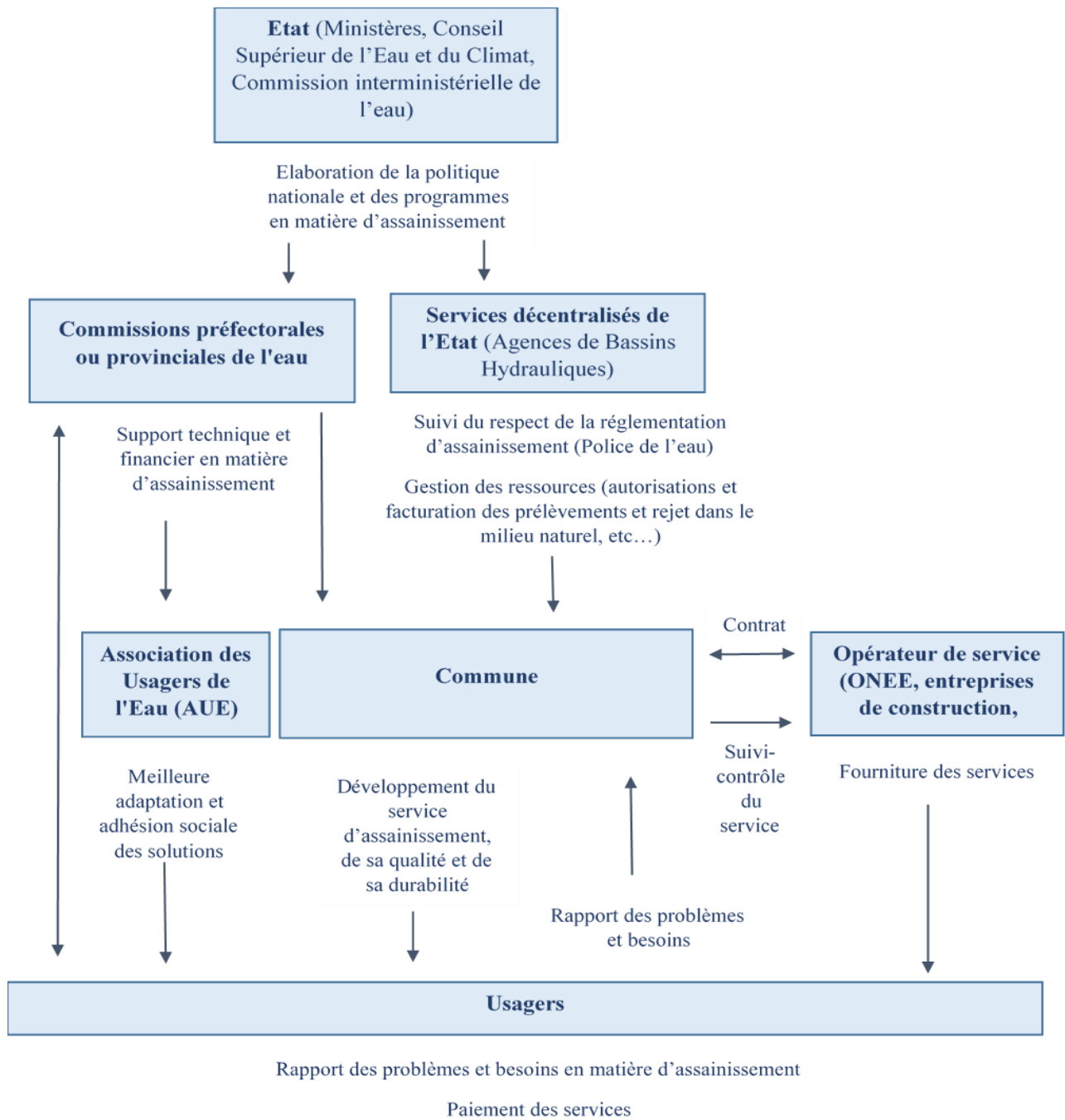


Figure 2 : Les différents acteurs d'assainissement au niveau local et leurs interactions

III.6 Conclusion

Il s'avère que le développement des services d'assainissement ne consiste pas uniquement à construire des infrastructures. Le fonctionnement et l'entretien de ces dernières nécessitent du personnel compétent et des équipements appropriés et fonctionnels. Au-delà du fonctionnement du service, la professionnalisation des parties prenantes génère une dynamique locale favorable au développement de l'offre d'assainissement. Par conséquent, il y aura lieu à une gestion des eaux usées globale et durable permettant l'amélioration de la santé humaine, la sécurité alimentaire, le développement économique, etc...

Un point essentiel dans le développement de toute réglementation du secteur d'assainissement liquide est l'articulation de cette réglementation avec le droit coutumier, les textes régissant l'eau, l'urbanisme, l'environnement et la santé publique. Une harmonisation des textes est absolument obligatoire afin d'éviter les contradictions qui peuvent exister entre eux ou la pluralité des interprétations. Cependant, un risque de grande dispersion est toujours existant, surtout lorsqu'il s'agit des textes d'environnement qui nécessitent généralement une modification des textes d'assainissement liquide, eux aussi rectifiés, pour avoir à la fin des textes unifiés, clairs et cohérents.

PARTIE II
OUTILS ET METHODES

Chapitre IV : Présentation de la zone d'étude

IV.1 Introduction

Le présent chapitre s'articulera autour des points suivants :

- Le cadre géographique et administratif de Draa-Tafilalet ;
- La présentation de l'environnement physique de la vallée de Dadès ;
- La présentation de l'environnement économique de la vallée de Dadès.

IV.2 Cadre géographique et administratif de l'espace régional : Draa-Tafilalet

La région Draa-Tafilalet regroupe les unités géographiques de l'Anti-Atlas, le Tafilalet, la vallée du Draa et la vallée de l'Oued Ziz. Elle comprend deux grands ensembles :

- Le Bassin du Draa : correspond au haut bassin de l'Oued Draa situé en amont du barrage Mansour Eddahbi et à la moyenne vallée du Draa irriguée à partir de ce barrage jusqu'au niveau de M'hamid ;
- Le Bassin du Ziz-Rhéris : correspond aux bassins versants des deux oueds Ziz et Rhéris. Il est limité au Nord par le bassin de la Moulouya, au Nord-Ouest par le bassin de l'Oum-Rbia, au Sud par l'Algérie, à l'Ouest par le bassin du Draa et à l'Est par le bassin de Guir.

La région couvre une superficie de 88 836 Km², soit 18,6% de la superficie totale du territoire national et 46% de la superficie des zones oasiennes marocaines (Département de l'environnement - Ministère de l'énergie, des mines et de l'environnement, 2022). Elle est limitée au Nord par la région de Béni Mellal-Khénifra et la région de Fès-Meknès, à l'Est par la région de l'Oriental et l'Algérie, à l'Ouest par la région de Souss-Massa et la région de Marrakech-Safi et au Sud par l'Algérie.

La région de Draa-Tafilalet a été créée par le nouveau découpage territorial des régions de 2015. Elle regroupe cinq provinces : Errachidia, Midelt, Tinghir, Ouarzazate et Zagora, 125 communes dont 16 en milieu urbain et 109 en milieu rural (Monographie générale de la région Draa-Tafilalet, 2015). Elle comprend les provinces résiduelles des anciennes régions de Souss-Massa-Draa et Meknès-Tafilalet. La Figure 3 présente les provinces de la région Draa-Tafilalet.

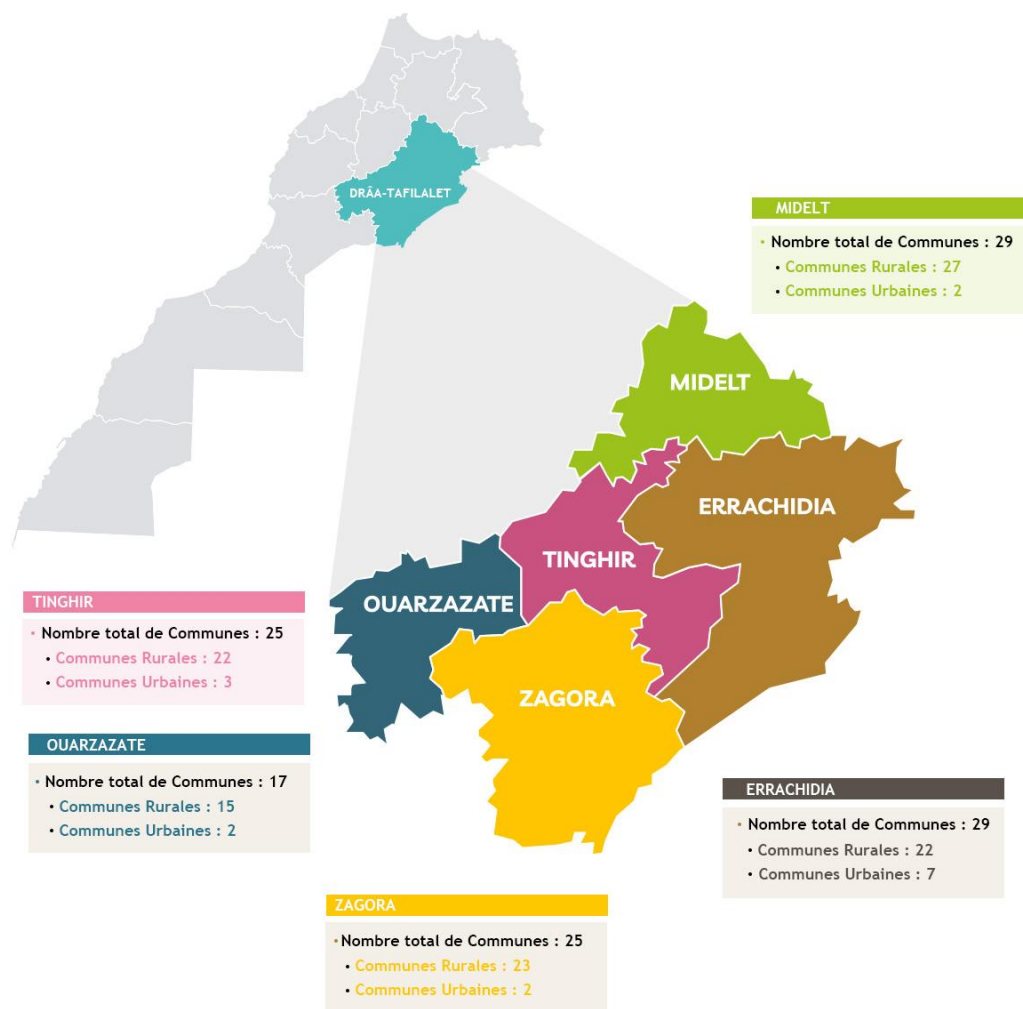


Figure 3 : Provinces de la région Draa-Tafilalet (CRI Draa Tafilalet, s.d.)

IV.3 Environnement physique de la vallée de Dadès

IV.3.1 Situation géographique et administrative

L'aire de l'étude correspond à l'ensemble des localités de la vallée de Dadès, et en particulier la commune Ait Sedrate Jbel Soufla.

La vallée de Dadès est constituée de huit communes rurales : Tilmi, Msemrir, Ait Sedarte Jbel El Oulia, Ait Sedrate Jbel Soufla, Ait Youle, Souk Lakhmiss Dadès, Ait Sedrate Sahl Charkia et Ait Sedrate Sahl Gharbia, qui dépendent dans leur totalité du cercle de Boumalne Dadès, de la province Tinghir, et de la région de Daraa-Tafilalet.

La vallée est limitée :

- Au Nord par les communes Bou Azmou et Imilchil ;
- Au Sud par les communes Afra Skoura, Ahl El Oust et Ait Ouallal ;
- A l'Est par les communes Ait Hani, Imider, Ouaklim, Ikniouen et N'Kob ;
- A l'Ouest par les communes Zaouiat Ahansal, Ighil N'Oumgoun et Ait Ouassif.

IV.3.2 Géologie et géomorphologie

Le bassin-versant de l'oued Dadès est limité par le Haut-Atlas central calcaire au Nord et par le massif ancien de l'Anti-Atlas au Sud (Jbel Sarhro). Les paysages de la vallée de Dadès sont caractérisés par de vastes plateaux à pentes faibles constitués de décharges détritiques encroûtées reposant sur les grès rouges du Mio-Pliocène supérieur. Ces glacis étagés sont couverts de reg de dissociation des poudingues encroûtés et localement de croûtes calcaires.

La Figure 4 présente les colonnes stratigraphiques synthétiques du bassin Ouarzazate.

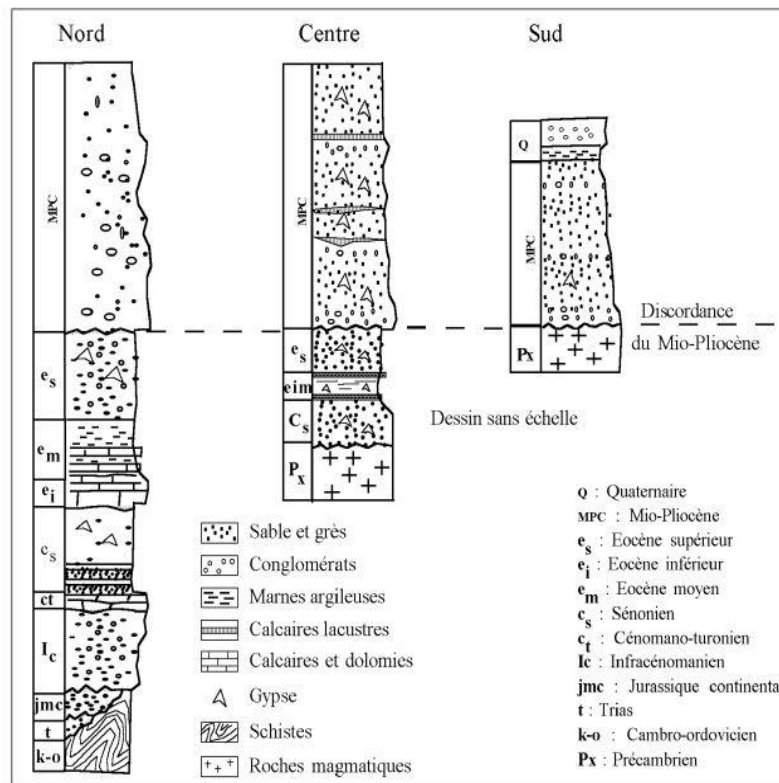


Figure 4 : Colonnes stratigraphiques synthétiques du bassin d'Ouarzazate d'après Jossen et Filali Moutei 1988 (Agoussine Mbarek, 2004)

IV.3.3 Climat

Au niveau du sous bassin du Haut Draa, le climat est de type aride. Il dépend des latitudes et de la proximité de l'Anti-Atlas et de l'Océan Atlantique. En effet, ce climat est soumis aux influences contrastées de l'Anti-Atlas, connu pour son climat aride à semi-aride. De plus, la présence des anticyclones rend les précipitations très rares.

La région est caractérisée par la diversité des étages bioclimatiques :

- Climat saharien à hiver froid : au niveau du plateau d'Ouarzazate et la partie Est du sous bassin d'Aït Douchène ;
- Climat aride à hiver froid : au niveau de la zone Ouest du bassin Aït Douchène et les vallées du Haut Atlas ;
- Climat semi-aride à hiver froid : dans les franges sud du Haut Atlas ;
- Climat subhumide : dans les sommets des montagnes du sous bassin du M'goun.

Dans les sous-bassins de Dadès et Ouarzazate, l'agressivité du climat est élevée, contrairement au sous bassin d'Ait Douchène.

Au niveau du bassin du Moyen et Haut Draa, il existe 37 stations pluviométriques couvrant toute la zone, dont 25 seulement avec des données considérables, comme est présenté sur le Tableau 8.

Tableau 8 : Liste des stations pluviométriques du Moyen et Haut Draa (ABHSMD, Waman Consulting, 2010)

Bassin	Station	Date de mise en service	Période
Moyen et Haut Draa	M'semrir	1963	1963-2009
	Ait Mouted	1964	1964-2009
	Ifre	1963	1963-2009
	Tinouar	1972	1974-2009
	Barrage	1974	1074-2009
	Agouim	1962	1962-2009
	Tamadroste	1975	1977-2009
	Agouilal	1975	1975-2009
	Imdghar	1975	1975-2009
	Taharbilte	1967	1967-2009
	Assaka Tafounante	1975	1975-2007
	Amerzegane		
	Telouat		
	Sour		
	Toundoute		
	Iminoulaoun		
	Kelaa		
	Tinghir		
	Ikniouen		
	Agdz		
	Aman'tini	1982	1982-2009
	Ouarzazate	1950	1950-2009
	Taznakhte		
	Tiflite	1967	1967-2009
	Zagora	1931	1931-2003

Les précipitations

La pluviométrie dans la zone est faible et irrégulière. En effet, l'analyse de la pluviométrie de la zone d'étude met en évidence l'existence de deux saisons relativement humides en automne et à la fin de l'hiver, séparées par un début d'hiver généralement moins pluvieux et un été particulièrement sec.

Au niveau du bassin du Haut Draa, il existe une grande variabilité interannuelle des pluies. Le bassin de Dadès est le plus arrosé de la région, dont la pluviométrie observée est élevée, elle croît de 170 mm dans les plaines pour atteindre 400 mm en zone de montagne. Dans la vallée

de Dadès, la pluviosité annuelle est égale à 148 mm, d'après les données monographiques de 2013 de l'ORMVAO.

Les enregistrements pluviométriques d'Ait Mouted montrent que le nombre de jours de pluie est de 21 jours, pour l'année 2019-2020, avec un régime interannuel très irrégulier (ABHDON).

La Figure 5 présente les précipitations mensuelles pour l'année hydrologique 2017-2018 au niveau de 8 stations du bassin du Haut Draa.

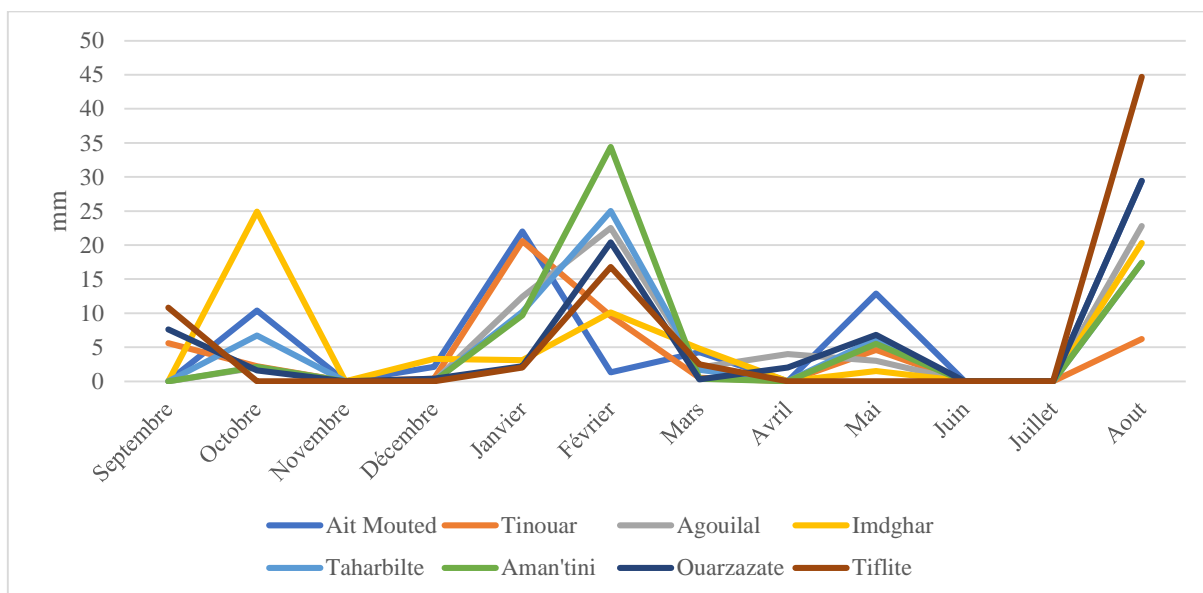


Figure 5 : Précipitations mensuelles pour l'année hydrologique 2017-2018 au niveau de 8 stations du bassin du Haut Draa (Source des données : ABHDON)

Le Tableau 9 présente les précipitations moyennes mensuelles au niveau de Boumalne Dadès durant la période 1991-2021.

Tableau 9 : Précipitations moyennes mensuelles à Boumalne Dadès 1991-2021 (Climate Data, s.d.)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Précipitations en mm	12	19	18	10	9	7	3	6	13	25	18	12

Les températures

Les températures maximales, minimales et moyennes mensuelles enregistrées au niveau de Boumalne Dadès durant la période 1991-2021 sont comme suit :

Tableau 10 : Evolution des températures moyennes, minimales et maximales au niveau de Boumalne Dadès (Climate Data, s.d.)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T moy en °C	5	6.6	10.8	15	18.9	23.7	27.1	22.4	25.7	16	9.5	6
T min en °C	-1.4	-0.3	3.4	7.4	11.2	15.6	19.1	18.4	14	9.6	3.2	0

T max en °C	12.1	13.6	17.7	21.8	25.4	30.4	33.6	32.1	27.5	22	15.8	12.7
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----	------	------

La Figure 6 présente le diagramme ombrothermique de Boumalne Dadès.

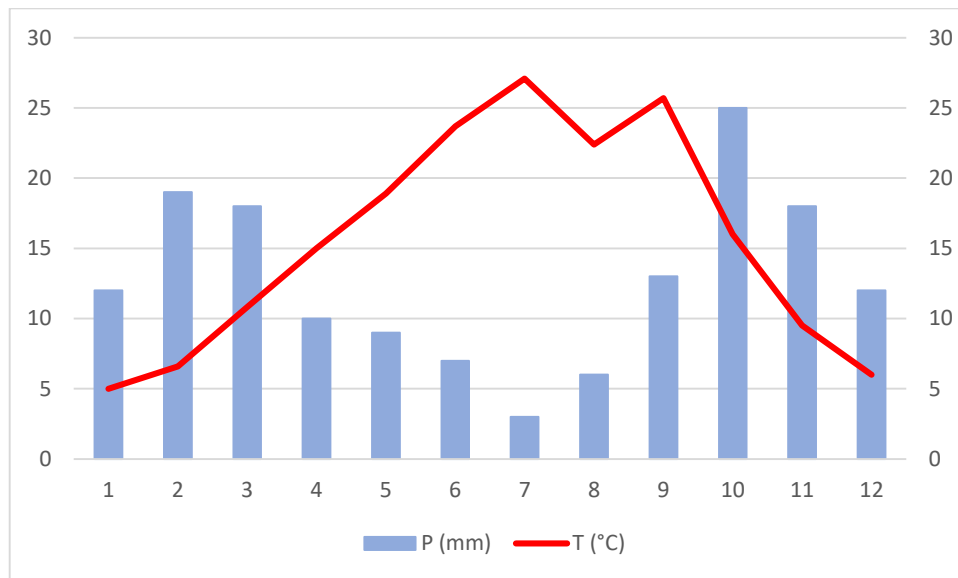


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Boumalne Dadès (Climate Data, s.d.)

IV.3.4 Hydrologie

Le bassin du Dadès est le plus étendu et le plus important de la région du Haut Draa avec une superficie de 6 227 km², soit 50% de la superficie totale du bassin (ABHSMD, ANZAR Conseil, 2014). Cette vallée comprend essentiellement deux parties : la haute vallée du Haut-Atlas de la source au débouché de l'oued à Boumalne et la large vallée dans le sillon sud atlasique.

L'oued Dadès, d'environ 200 Km de longueur, prend naissance depuis les montagnes du Haut Atlas sur les versants du Jbel Assameur Irhil et le Jbel Aghenbou-n-Ouerz, dont l'altitude dépasse 3000 m (Sofyan, 2014). Il rejoint les plaines du sillon sud-atlasique, dont l'altitude moyenne est d'environ 1400m, par une vallée étroite coupée de gorges et de cluses (Trecolle, 1994). A l'aval de Kelaa des Mgouna, l'oued Dadès reçoit sur sa rive droite l'oued Mgoun, son principal effluent qui descend de la haute chaîne calcaire de l'Ighil Mgoun. Les pentes en amont sont fortes avec une moyenne générale de 5% et deviennent plus faibles en aval (de l'ordre de 1%).

Ces deux principales rivières, alimentées par des sources karstiques, ont un régime de type pluvio-nival, alimentées à la fois par les eaux des précipitations d'automne et de printemps et par la fonte progressive des neiges. Les apports maxima se situent en mars-avril (7m³/s en moyenne) et par des étiages en juillet-août (1,3m³/s en moyenne) (Sofyan, 2014). Ces fluctuations très fortes résultent des crues peu nombreuses et violentes mais peuvent être importantes en termes de volume apporté. En moyenne, le nombre de crues est de deux par an.

Les apports des oueds Mgoun et Dadès influencent de manière remarquable la recharge du barrage Mansour Eddahbi. Le volume annuel apporté est de près de 135 Mm³/an et 104 Mm³/an respectivement. Le débit le plus élevé de la chronique hydrologique disponible est de 15 m³/s

environ pour l'oued Mgoun enregistré en 1965-66, et près de 7.8 m³/s pour l'oued Dadès enregistrés en 1964-65 (ABHSMD, ANZAR Conseil, 2014). Les débits les plus faibles ont été relevés entre les années 1982 et 1984.

De façon générale, les apports en eau de surface des cours d'eau atlasiques sont assez riches pour entretenir les nappes alluviales qui leur sont liées. Ils se caractérisent en outre par leur régularité relative et leur pérennité interannuelle et saisonnière satisfaisante. Le réseau hydrographique des bassins du Moyen et Haut Draa et de Guelmim est représenté sur la carte en Annexe 7.

IV.3.5 Hydrogéologie

La nappe phréatique de la vallée de Dadès circule dans du matériel néogène remanié, constitué de conglomérats, de sables, de grès mio-pliocènes et d'alluvions quaternaires. Elle est liée aux nappes alluviales et aux sous-écoulement des oueds : Mgoun et Dadès. La nappe principalement libre, présente des secteurs de semi-captivité dans les conglomérats et grès du mio-pliocène dont l'eau est mise en charge par les horizons argileux de couverture.

L'épaisseur de la nappe est généralement faible, d'une dizaine de mètres. Sa profondeur varie entre 5 et 65 m avec une moyenne de 18 m. Elle est alimentée par la pluie, les retours d'irrigation et les apports des Oueds. Le cheminement des écoulements des eaux souterraines est assez hétérogène et complexe.

La nappe s'écoulant dans les alluvions grossières des vallées et dans les niveaux conglomératiques présente une productivité assez bonne, les débits unitaires très variables dépassent 20 l/s. Par contre, dans les grès et sables argileux, les productivités sont faibles, inférieures à 5 l/s.

IV.3.6 Biodiversité floristique

La végétation suit à la fois des gradients en altitude et en aridité qui causent une transition nette entre les écosystèmes semi-arides et arides. Les traits caractéristiques de la végétation sont modifiés et dégradés par l'utilisation du sol.

Trois grands éléments floristiques contribuent à la phytodiversité de la vallée de Dadès. Les grandes élévations du Haut Atlas sont couvertes par les écosystèmes oroméditerranéens. Ils sont dominés par des xérophytes épineuses, une végétation qui présente diverses adaptations aux contraintes climatiques.

Dans les versants sud du Haut Atlas se développent des steppes ibéro-mauritaniennes dominées par des chaméphytes et des graminées pérennes. Des thérophytes émergent en printemps et contribuent à une richesse floristique remarquable. La flore présaharienne et saharienne constitue le troisième élément floristique qui couvre la partie sud de la vallée. On y trouve les semi-déserts présahariens et les steppes rocailleuses. La végétation des oueds est dominée par les vergers méditerranéens (amandiers, caroubiers, oliviers...).

Des études de terrain ont montré une dégradation généralisée du tapis végétal steppique : 30% est en moyenne le taux de recouvrement de la végétation, ce taux dépasse les 60 % là où elle est protégée par des épineux (TAÏBI AUDE NUSCIA, 2004).

IV.3.7 Biodiversité faunistique

L'hétérogénéité des conditions naturelles de la zone et le brassage de divers types de formations végétales et de micros climats ont favorisé le développement d'une faune particulière au niveau

de la vallée, mais dont la majorité est menacée de disparition. Les espèces prédominantes sont le chacal, le petit gibier (lièvre et perdreaux), ainsi que certaines espèces de reptiles et d'oiseaux.

IV.4 Environnement économique de la vallée de Dadès

La vallée de Dadès comporte trois secteurs productifs :

- L'agriculture ;
- Le tourisme ;
- L'artisanat et le commerce.

Agriculture

L'agriculture traditionnelle constitue l'activité principale de la zone d'étude. Elle repose quasi entièrement sur l'irrigation. Cependant, cette dépendance à l'irrigation combinée au relief accidenté, réduit les exploitations agricoles le long de l'oued de Dadès.

La production végétale est caractérisée par la prédominance des céréales (blé, maïs, etc...), des cultures fourragères (luzerne), de l'arboriculture fruitière (figuier, amandier, noyer, pêcher, etc...) et le rosier à parfum. La majorité des ménages possèdent un jardin en plus des exploitations agricoles, où ils pratiquent les cultures maraichères et l'arboriculture fruitière.

Les Figure 7 et Figure 8 présentent les champs agricoles au niveau de la commune ASJS.



Figure 7 : Champs agricoles au niveau de la vallée de Dadès - Commune ASJS



Figure 8 : Pratique de l'agriculture au niveau du jardin d'un ménage - Commune ASJS

L'irrigation est assurée par les eaux de l'oued de Dadès via les seguias.

Pour la fertilisation, les agriculteurs ayant des moyens limités épandent du fumier sur leurs parcelles cultivées, alors que ceux ayant des moyens financiers optent pour l'achat des engrais, de type NPK 45 ou 33.

De même que l'agriculture, l'élevage contribue de façon non négligeable à l'autosuffisance alimentaire et à l'amélioration des revenus. Il se fait de façon traditionnelle au niveau d'une étable et concerne surtout les ovins et les bovins (Figure 9). Le fumier est stocké généralement à côté de l'étable, à l'air libre, jusqu'à l'utilisation pour la fertilisation du jardin ou des champs agricoles (Figure 10).



Figure 9 : Etables au niveau des ménages - Commune ASJS



Figure 10 : Stockage du fumier à côté de l'étable - Commune ASJS

Parmi les contraintes du secteur agricole, on peut citer :

- La rareté des ressources hydriques, aggravée par la sécheresse persistante ;
- Les moyens financiers limités des agriculteurs ;
- Une forte pression sur les ressources en eau ;
- Insuffisance du développement du réseau routier et des pistes, ce qui entrave le transport rapide pour la commercialisation des produits.

Tourisme

L'économie de la région de Draa Tafilalet se distingue par l'importance de la valeur ajoutée provenant du secteur tertiaire, notamment le tourisme, qui compte pour près 63,3% de la valeur ajoutée produite au niveau de la région (Figure 11). Toutefois, la région contribue à hauteur de 4,4% à la valeur ajoutée du secteur tertiaire au niveau national. Cette activité est une spécificité des provinces de Zagora et d'Errachidia y compris la province de Tinghir (Ministère de l'Economie, des Finances et de la Réforme de l'Administration , 2019).

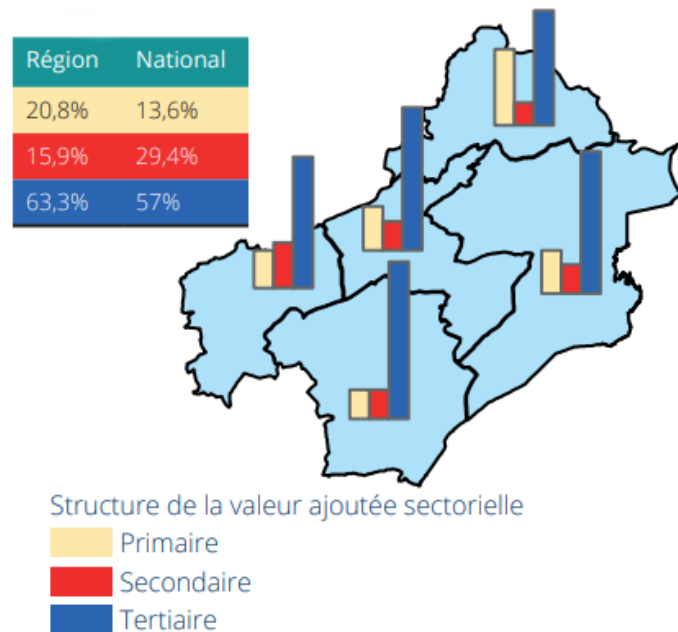


Figure 11 : PIB par secteur au niveau de la région de Draa Tafilalet (Ministère de l'Economie, des Finances et de la Réforme de l'Administration , 2019)

Parmi les défis de ce secteur au niveau de la vallée de Dadès :

- La durée de séjour : le tourisme reste marqué par son cachet de tourisme de transit (la durée moyenne de séjour ne dépasse pas 1 à 2 nuitées) ;
- Le manque d'animation et d'activités de loisirs constitue un handicap majeur pour un séjour plus long ;
- La saisonnalité : le tourisme reste marqué par une fréquentation saisonnière (printemps et automne).

Artisanat et commerce

L'artisanat demeure une activité marginale, malgré le rôle stratégique que le secteur peut jouer dans la zone. En effet, il peut permettre l'accroissement des revenus de la population, d'emplois et d'exportations. Les problèmes que rencontre l'artisanat dans les oasis est essentiellement l'insuffisance des capitaux, liée à l'environnement dans lequel vivent les artisans.

En ce qui concerne le commerce, il se présente essentiellement dans les souks hebdomadaires (Figure 12), les épiceries (Figure 13) et les abattoirs.

Les problèmes qui entravent le développement de l'activité commerciale sont dus principalement à l'éloignement et l'enclavement de la plupart des lieux de consommation, à la longueur et la complexité des circuits de distribution pour les produits de grande consommation, ainsi que le pouvoir d'achat réduit des populations locales.



Figure 12 : Souk hebdomadaire du village Ait Idir - Commune ASJS



Figure 13 : Epicerie au niveau du village Ait Oufi - Commune ASJS

IV.5 Conclusion

La présentation de la zone d'étude a permis de relever un ensemble de caractéristiques et défaillances récapitulées sur la Figure 14.

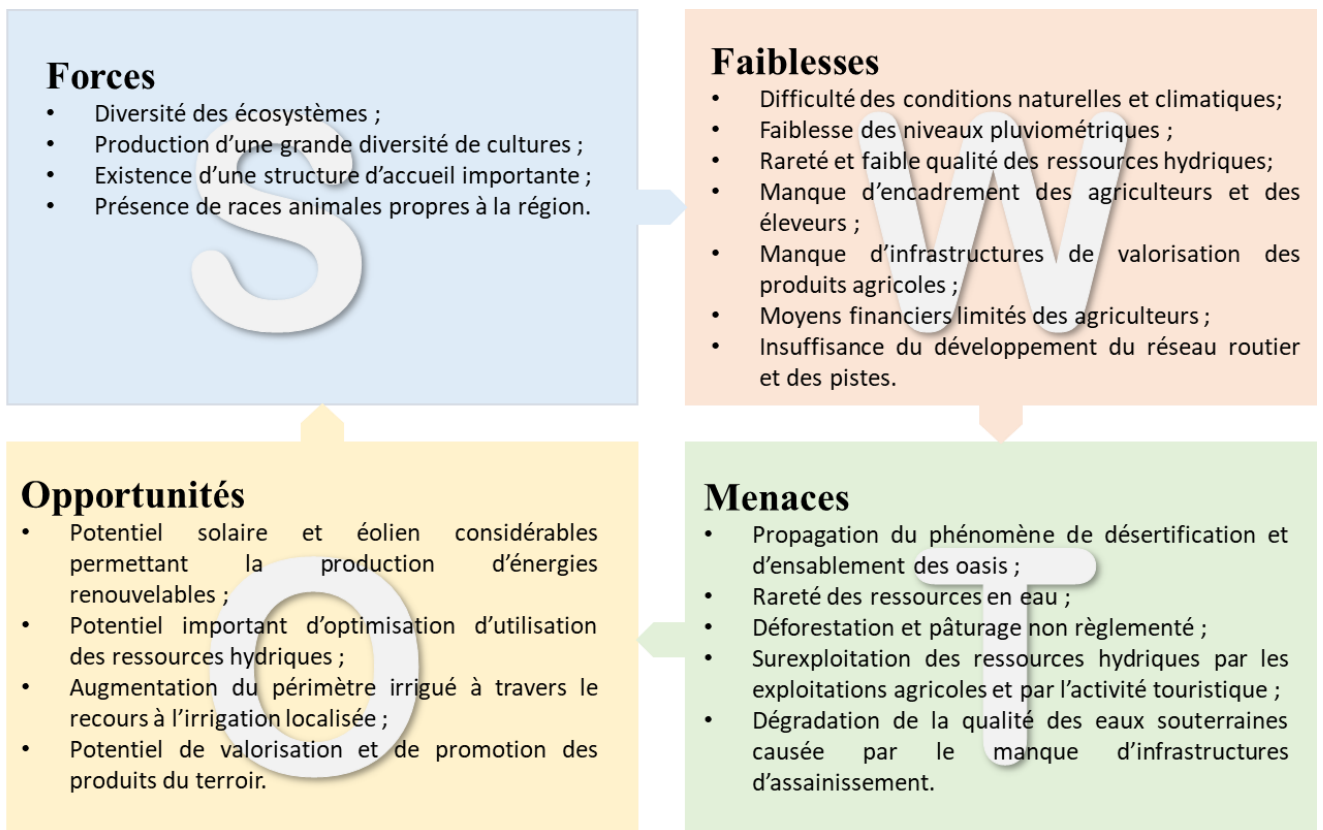


Figure 14 : Analyse SWOT de la zone d'étude

Chapitre V : Outils et méthodologie de travail

V.1 Outils de collecte des données

La collecte des données s'est basée sur les outils suivants :

- La consultation de la documentation disponible ;
- Rencontres et entretiens avec les acteurs impliqués dans l'assainissement ;
- Visites de terrain ;
- Questionnaire adressé aux bénéficiaires des sites GIZ (Annexe 3) ;
- Questionnaire adressé aux ménages (Annexe 4) ;
- Questionnaire adressé aux unités touristiques (Annexe 6).

V.2 Démarche méthodologique

La méthodologie de travail est divisée en 3 phases, comme est présenté sur la Figure 15.

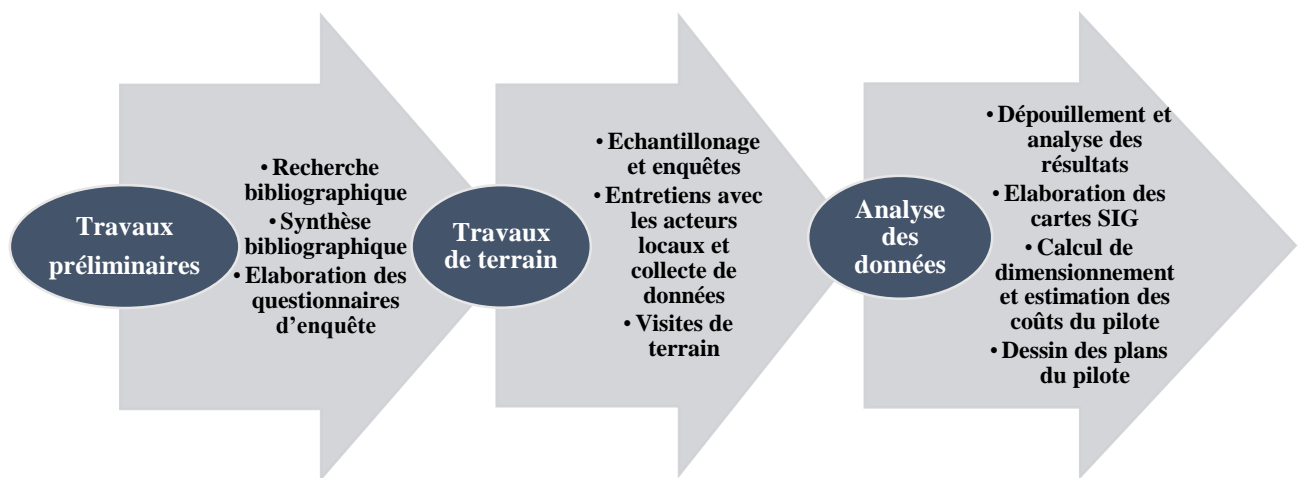


Figure 15 : Phases de la démarche méthodologique suivie

Travaux préliminaires

Recherche bibliographique

La recherche bibliographique a permis de prendre connaissance du contexte de travail, la problématique de recherche, ainsi que les études antérieures relatives à la thématique et à la zone d'étude.

Synthèse bibliographique

Toutes les données recueillies ont conduit à une synthèse bibliographique sur la thématique de travail et sur la zone d'étude. Cette synthèse consiste à identifier les types d'assainissement, les modes de gestion et les technologies d'assainissement pour les quatre maillons (accès, évacuation, traitement et rejet ou valorisation), ainsi qu'une cartographie des acteurs intervenants. De plus, cette synthèse concerne la situation géographique, le milieu physique, humain et économique de la zone d'étude.

Elaboration des questionnaires d'enquête

L'élaboration des fiches d'enquête a commencé tout d'abord par une recherche documentaire afin de cerner les différents points à aborder selon les objectifs. Tout au long de la mission de terrain, des modifications ont été apportées aux questionnaires.

Les fiches contiennent trois types de questions : ouverte (réponse libre), fermée (oui/non) et à choix multiple.

Trois questionnaires ont été élaborés :

- Questionnaire adressé aux ménages : il porte essentiellement sur la pratique de l'agriculture, l'approvisionnement en eau potable et en énergie, la gestion des eaux pluviales et des déchets solides, et l'état des lieux de l'assainissement existant.
- Questionnaire adressé aux unités touristiques : il porte sur la caractérisation de l'unité, la consommation en eau, l'approvisionnement en eau potable, l'assainissement et la réutilisation des eaux usées.
- Questionnaire adressé aux bénéficiaires des sites GIZ : il porte sur la typologie du pilote, son état actuel, ainsi que les avantages et inconvénients du système.

Travaux de terrain

Echantillonnage et enquêtes

Les enquêtes se sont effectuées sur deux phases : du 11 au 25 Avril 2022 et du 30 Mai au 8 Juin 2022. Toutes les enquêtes ont été faites au niveau de la commune de Ait Sedrate Jbel Soufla ASJS. L'échantillonnage s'est fait in situ, selon la disponibilité des agents chargés de notre accompagnement et la proximité à l'oued.

Au cours du déplacement :

- Tous les sites GIZ ont été visités et enquêtés : 7 sites au niveau du village Ait Idir ;
- 15 ménages ont été enquêtés ;
- 30 unités touristiques ont été enquêtées (il existe 56 unités touristiques au niveau de la commune ASJS).

Ces enquêtes sur terrain ont permis d'observer concrètement les pratiques des usagers et les équipements des domiciles.

Les Figure 16, Figure 17, Figure 18 présentent des photos prises lors de nos enquêtes.



Figure 16 : Enquête avec le propriétaire d'une maison d'hôte où se trouve un pilote GIZ - Village Ait Idir - Commune ASJS



Figure 17 : Visite d'un ménage pour enquête - Village Ait Idir - Commune ASJS



Figure 18 : Enquête avec le propriétaire d'une unité touristique - Village Ait Oufi - Commune ASJS

Entretiens avec les acteurs locaux et collecte de données

Durant la mission de terrain, des entretiens ont été faits avec les acteurs locaux à savoir les services communaux au niveau de la commune ASJS, commune Ait Youle et la municipalité de Boumalne Dadès (Figure 19 et Figure 20). Puisque la zone d'étude fait partie de la zone d'action d'institutions se trouvant principalement à Ouarzazate, des déplacements ont été effectués pour la collecte des données au niveau de l'ORMVAO (service d'équipement et service de production agricole) et l'ANDZOA. La subdivision agricole de Boumalne Dadès a été visitée aussi. Durant ces visites, des échanges et discussions sur la thématique se sont déroulés. Sur l'Annexe 2 figure la liste des personnes rencontrées.

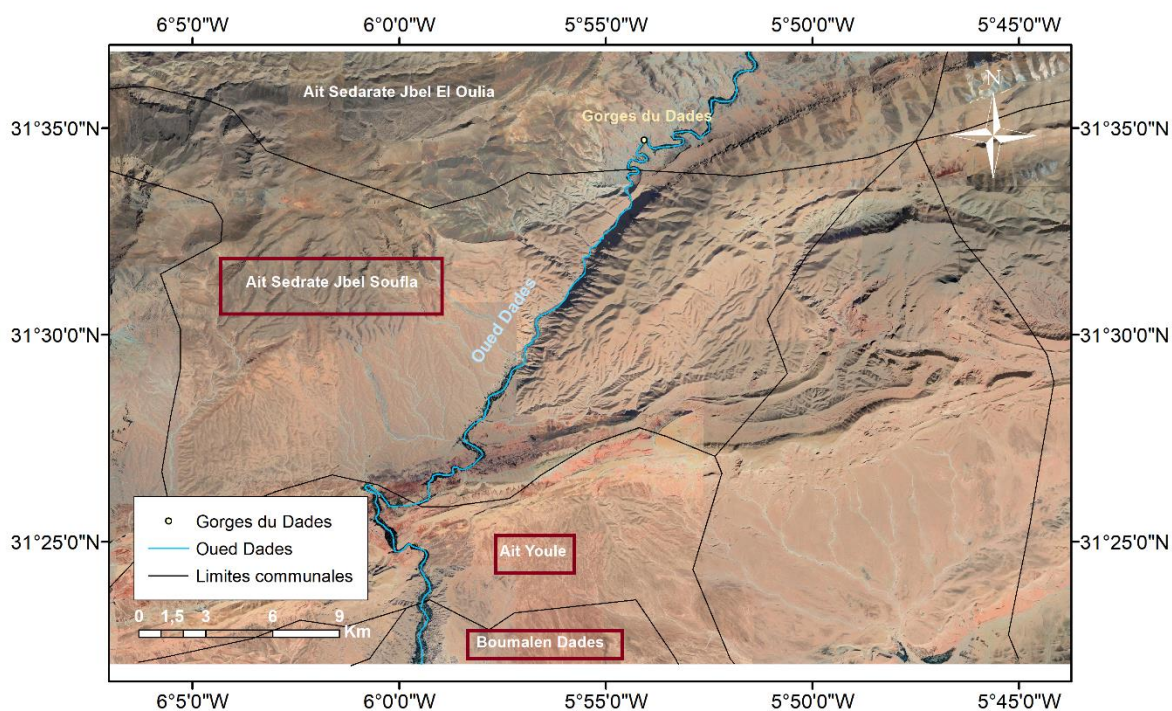


Figure 19 : Situation des communes rurales de la zone d'étude



Figure 20 : Visite du siège de la municipalité de Boumalne Dadès

Visites de terrain

Outre les données collectées pendant les entretiens et par les fiches d'enquêtes, des visites pour observation du terrain ont été réalisées tout au long des deux phases du déplacement. Les Figure 21, Figure 22, Figure 23 présentent des photos prises pendant les visites de terrain.



Figure 21 : Visite des gorges de Dadès



Figure 22 : Photo de Oued Dadès prise lors des visites du terrain



Figure 23 : Visite des exploitations agricoles au niveau de la commune ASJS

Analyse des données

Dépouillement et analyse des résultats

Les données collectées suite aux enquêtes ont été saisies informatiquement, sur Excel, afin d'être traitées. Les prises de notes issues des entretiens et discussions ont été exploitées également pour tirer toute information nécessaire.

Cette étape a consisté à synthétiser, analyser et interpréter les informations et résultats obtenus, dans l'objectif de mieux cerner la problématique et envisager des solutions.

Elaboration des cartes SIG

Différentes cartes ont été élaborées à savoir des cartes de la situation géographiques des sites GIZ, carte de la situation géographique des ménages et unités touristiques enquêtés.

Calcul de dimensionnement et estimation des coûts du pilote

Tous les calculs ont été faits en utilisant Excel.

Dessin des plans du pilote

L'outil AutoCAD a été utilisé pour le tracé des plans du pilote.

V.3 Outils d'analyse et d'interprétation des résultats

L'analyse et l'interprétation des résultats s'est basée sur les outils suivants :

- Microsoft Excel : pour la saisie et interprétation des données collectées suite aux enquêtes, les calculs de dimensionnement et d'estimation des coûts du pilote ;
- ArcGIS : pour l'élaboration des cartes ;
- AutoCAD : pour le dessin des plans du pilote dimensionné.

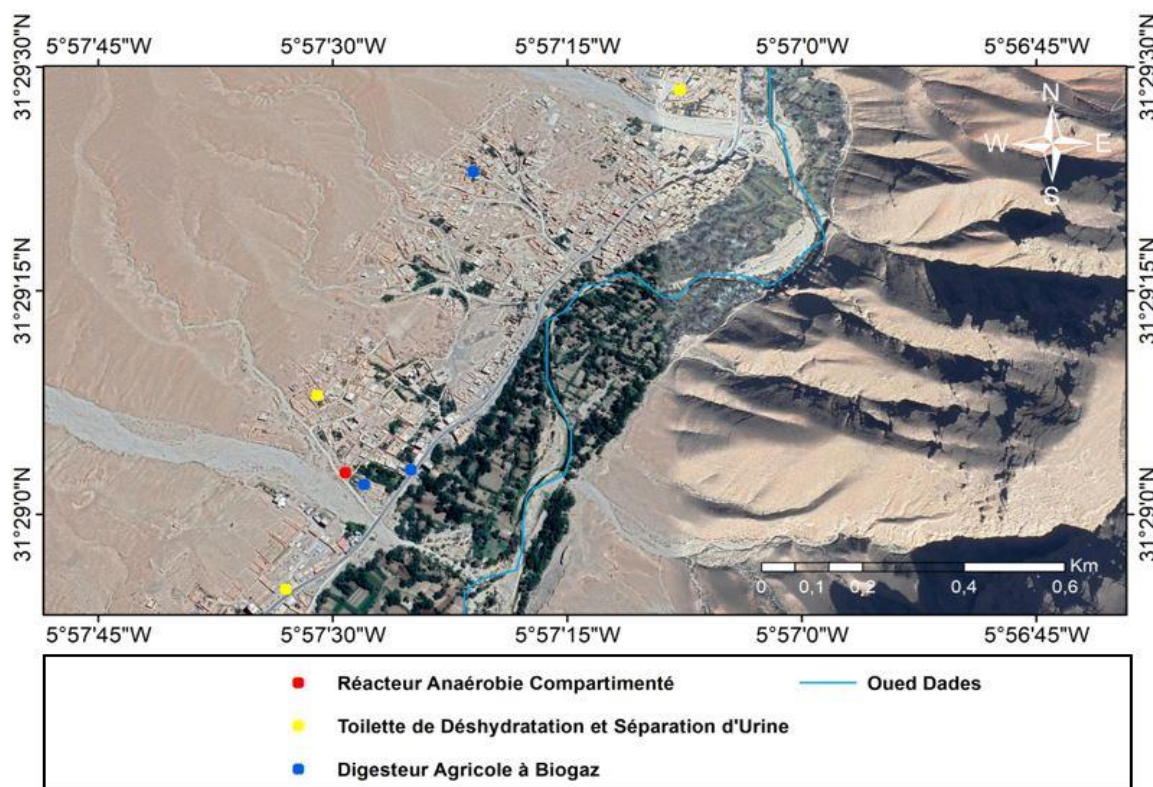
PARTIE III
RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre VI : Diagnostic des sites pilotes existants au village Ait Idir et propositions réhabilitation

VI.1 Introduction

Le village Ait Idir fait partie de la province de Tinghir situé dans la commune rurale Ait Sedrate Jbel Soufla (CR-ASJS), au niveau de la vallée du Dadès au Sud du Maroc. Il est caractérisé par une insuffisance des infrastructures sanitaires qui se limitent généralement aux puits perdus, susceptibles de contaminer les eaux par infiltration dans les nappes aquifères. Ces dernières présentent la principale source d'eau potable dans la vallée du Dadès. Pour faire face à cela, des projets pilotes de traitement et réutilisation des eaux usées ont été exécutés par le programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE) en collaboration avec ses partenaires en particulier l'Agence de Bassin Hydraulique du Souss-Massa Draa (ABH-SMD). Ces projets d'assainissement écologique s'inscrivent dans la composante «Network of Demonstration Activities for Sustainable Integrated Wastewater Treatment and Reuse in the Mediterranean» (Sustain Water MED) du projet Sustainable Water Integrated Management (SWIM).

Trois types de technologies ont été adoptés : le Réacteur Anaérobie Compartimenté (RAC), le Digesteur à biogaz et les Toilettes de Déshydratation et Séparation d'Urine (TDSU). Ces technologies ont été mises en place dans 7 sites présentés sur la Figure 24.



VI.2 Réacteur Anaérobie Compartimenté

Etat des lieux

Au niveau du village Ait Idir, il existe un seul Réacteur Anaérobie Compartimenté du ménage de la famille Yamini Youssef. Il a été mis en place en 2016.

Les eaux usées (grises et noires) produites au niveau du ménage sont acheminées vers le système se trouvant au niveau du jardin.

Le RAC est constitué de :

- Une chambre de décantation pour les solides et les flottants : les eaux usées du ménage aboutissent au premier compartiment et subissent une décantation des boues au fond et la formation d'une écume de graisses et d'huiles en surface ;
- Une série de 3 chambres à flux ascendant : les eaux usées pénètrent dans les chambres par le bas et doivent traverser les boues pour se déplacer vers le haut avant de pénétrer dans le compartiment suivant, ces eaux entrent alors en contact intensif avec la biomasse active présente dans les boues.

Les Figure 25Figure 26Figure 27Figure 28 présentent les parties du réacteur anaérobie compartimenté du ménage.



Figure 25 : Réacteur anaérobie compartimenté au niveau du ménage de Yamini Sghir



Figure 26 : Cuve des eaux usées traitées par le RAC



Figure 27 : Conduite de biogaz produit par le RAC



Figure 28 : Regard de la cuve de collecte des eaux usées du ménage

Suite à la digestion des eaux usées, on distingue trois produits utiles :

- Le biogaz riche en énergie ;
- Les eaux usées partiellement épurées riches en éléments nutritifs ;
- Les boues de vidange riches en éléments fertilisants (mais également en agents pathogènes).

Le biogaz produit est acheminé par un tuyau en acier galvanisé vers un gazomètre souple en géomembrane contenu dans l'abri à gazomètre. Des sacs à sable sont placés sur le gazomètre, appliquant ainsi une pression, permettant d'acheminer le biogaz produit vers la cuisine pour la cuisson des aliments par exemple.

Les eaux usées épurées sont pompées et réutilisées pour l'irrigation de la luzerne, l'orge, l'amandier et le noyer au niveau d'une partie du jardin du ménage. Le reste du jardin est irrigué par l'eau de la seguia.

Le volume généré par le RAC est de 10 m³ d'eaux usées traitées. La cuve de recueil des EUT se remplit une fois par mois en été, et une fois par 3 mois en hiver. La production des eaux usées est élevée en été car le propriétaire du ménage reçoit le reste des membres de la famille.

Lorsque la cuve des eaux usées traitées n'est pas remplie, l'eau de la seguia est utilisée pour l'irrigation.

Depuis la mise en place du RAC, la vidange a été faite 2 fois selon le mode suivant : lorsqu'il y a bouchage au niveau de la cuisine du ménage ou des fuites d'eau au niveau du regard de la cuve de collecte des eaux usées, le propriétaire ouvre la vanne de la canalisation de vidange (Figure 29), et les boues sont mises en décalage au niveau du jardin pour sécher et être utilisées par la suite pour la fertilisation.

Après un mois de fonctionnement du système avec production de biogaz (en quantité faible), la géomembrane du gazomètre s'est détruite et il n'y avait plus de stockage du biogaz.



Figure 29 : Canalisation avec vanne pour la vidange du RAC (La vanne est entourée en rouge)

Avantages

Aujourd'hui, le RAC présente les avantages suivants pour le ménage :

- Les eaux usées traitées par le système sont réutilisées pour l'irrigation de la luzerne, l'orge, l'amandier et le noyer au niveau du jardin du ménage (Figure 30);
- Le propriétaire a affirmé que le rendement de l'orge s'est amélioré après l'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation ;
- Cette réutilisation est très avantageuse surtout en période de sécheresse où l'eau est rare pour l'irrigation.



Figure 30 : Partie du jardin irriguée par les eaux usées traitées par le RAC

Inconvénients

Les problèmes de fonctionnement du RAC sont les suivants :

- Pas de stockage de biogaz à cause de la détérioration du gazomètre en géomembrane après un mois de fonctionnement du système;
- Problème d'odeurs et moustiques au niveau de la cuve des eaux usées traitées ;
- Problème de fonctionnement de la pompe au niveau de la cuve des eaux usées traitées : la pompe tombe en panne plusieurs fois ;
- Fuites d'eau au niveau de la partie non enterrée du RAC à cause des fissurations du béton (Figure 31 et Figure 32).



Figure 31 : Fissurations du béton au niveau de la partie non enterrée du RAC



Figure 32 : Fuites d'eau suite aux fissurations du béton

Propositions de réhabilitation

Pour la réhabilitation du RAC, il est recommandé de :

- Prévoir un couvercle étanche pour la cuve des eaux usées traitées ;
- Remplacer le gazomètre en géomembrane pour assurer le stockage du biogaz produit au niveau du RAC ;
- Remplacer la pompe au niveau de la cuve des eaux usées traitées ;
- Utiliser du PVC ou l'acier pour éviter le problème de fissuration du béton ;

- Etablir un guide d'entretien du système pour le propriétaire du ménage.

VI.3 Digesteur Agricole à Biogaz

Etat des lieux

Il existe trois digesteurs agricoles au niveau du village Ait Idir, mis en place en 2016 :

- Un digesteur agricole parallélépipédique au niveau du ménage de la famille Yamini Sghir ;
- Un digesteur agricole à dôme hémisphérique au niveau du ménage de la famille Addi Mazili ;
- Un digesteur agricole parallélépipédique au niveau de la maison d'hôtes Mogador Dar Moha.

VI.3.1 Digesteur agricole du ménage Yamini Sghir

Description du système

Le digesteur agricole est de forme parallélépipédique d'un volume de 55m³.

Il est constitué de :

- Bac d'alimentation eaux/bouse ;
- Cuve d'alimentation des eaux usées provenant du ménage ;
- Cuve de digestion munie d'une conduite de sortie du biogaz : au niveau de la cuve se fait la digestion anaérobie des matières organiques des eaux usées et des déchets; Le biogaz émis par digestion anaérobie est collecté par un tuyau en acier galvanisé au niveau du trou d'homme.
- Chambre à gazomètre en géomembrane : le biogaz collecté est acheminé vers un gazomètre en géomembrane au niveau de l'abri à gazomètre. Des sacs remplis de sable sont placés sur ce dernier permettant d'appliquer une pression suffisante pour acheminer le biogaz vers la cuisine ;
- Cuve pour la collecte des eaux usées traitées.

Les eaux usées traitées sont pompées vers l'exploitation agricole pour l'irrigation de l'orge, sur une superficie de 800 m². Le système permet de produire un volume des eaux usées traitées de 75 m³.

Depuis sa mise en place, le système n'a jamais été vidangé.

Les Figure 33 à Figure 38 présentent les parties du digesteur agricole.



Figure 33 : Digesteur agricole du ménage Yamini Sghir



Figure 34 : Abri du gazomètre en géomembrane



Figure 35 : Bac d'alimentation eaux usées/bouse



Figure 36 : Trou d'homme de la cuve de digestion munie d'une conduite de sortie du biogaz



Figure 37 : Regard de la cuve de collecte des eaux usées du ménage

Figure 38 : Cuve des eaux usées traitées par le digesteur

Avantages

L'avantage principale du digesteur pour le propriétaire est la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de l'orge au niveau de l'exploitation agricole près de l'oued de Dadès (Figure 39).



Figure 39 : Partie de l'exploitation irriguée par les eaux usées traitées par le digesteur

Inconvénients

Les problèmes de fonctionnement du digesteur agricole sont les suivants :

- Le bac d'alimentation eaux usées/bouse est éloigné de l'étable d'où la difficulté de transporter les excréments du cheptel vers le bac ;
- Bouchage au niveau de l'intersection de la conduite du bac d'alimentation et la conduite des eaux usées ;
- Pas de stockage du biogaz suite à la détérioration de la géomembrane du gazomètre (Figure 40 et Figure 41);
- Pannes fréquentes de la pompe au niveau du bassin de recueil des eaux usées traitées ;
- Problème d'odeurs et moustiques au niveau de la cuve des eaux usées traitées.



Figure 40 : Pas de production de biogaz par le digesteur



Figure 41 : Géomembrane détériorée au niveau de l'abri à gazomètre

Propositions de réhabilitation

- Mise en place du bac d'alimentation bouse/eaux usées proche de l'étable ;
- Prévoir un diamètre supérieur de la conduite au niveau du bac alimentation eaux usées/bouse (par exemple un diamètre de 160mm) pour éviter le problème de bouchage ;
- Remplacer le gazomètre en géomembrane pour assurer le stockage du biogaz produit au niveau du RAC ;
- Remplacer la pompe au niveau de la cuve des eaux usées traitées ;
- Etablir un guide d'entretien du système pour le propriétaire du ménage ;
- Prévoir un couvercle étanche de la cuve des eaux usées traitées pour éviter le problème des mauvaises odeurs et moustiques.

Remarque : Pour le problème des odeurs et moustiques, le propriétaire a mis en place du plastique sous le couvercle du regard de la cuve des eaux usées traitées, comme le montre la Figure 42.



Figure 42 : Mise en place du plastique sous le couvercle de la cuve des eaux usées traitées par le digesteur

VI.3.2 Digesteur agricole du ménage Addi Mazili

Description du système

Le digesteur agricole est à dôme hémisphérique d'un volume de 30 m³.

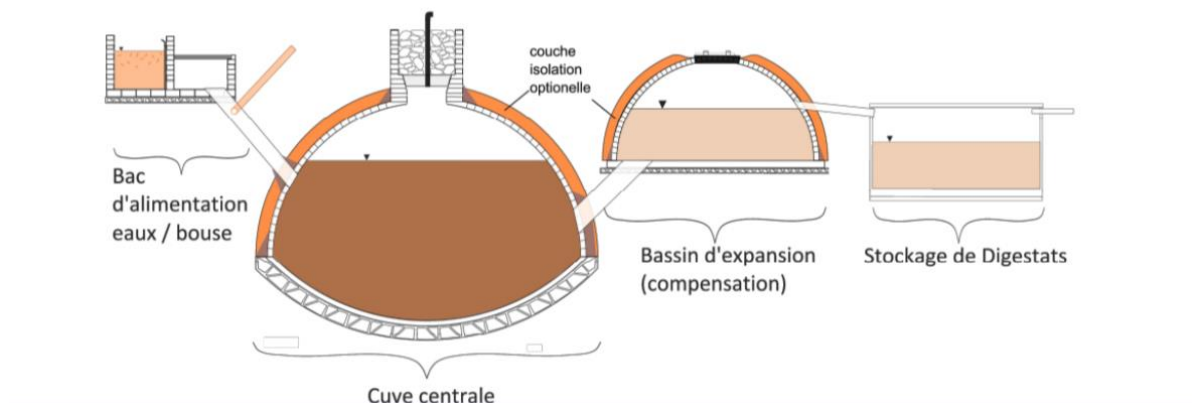


Figure 43 : Schéma du digesteur agricole du ménage Addi Mazili (GIZ)

Le système est constitué de :

- Bac d'alimentation eaux/bouse (Figure 44);
- Cuve centrale de digestion munie d'une conduite de sortie du biogaz au niveau du trou d'homme (Figure 45).

Les matières à digérer et à assainir, sont introduites directement dans la cuve centrale du digesteur via une conduite provenant des toilettes du ménage, et une conduite provenant du bac d'alimentation en substrats moins liquides ou à diluer.

Une fois que les matières organiques entrent dans la cuve de digestion, les bactéries anaérobies les digèrent partiellement tout en produisant du biogaz et des « digestats » qui seront acheminés par la suite vers une cuve de stockage.

Le biogaz collecté dans la partie supérieure du digesteur est conduit par un tuyau galvanisé vers la cuisine (Figure 47). Selon le propriétaire, le digesteur assure une alimentation en biogaz pendant 1 heure par jour.

Il faut toujours remplir la partie supérieure du digesteur par l'eau pour éviter le risque de fuite du biogaz.

- Bassin d'expansion (Figure 46);
- Cuve de stockage de digestats : valorisation pour la fertilisation du jardin (menthe, figuier et amandier) d'une superficie de 25m². Le volume des eaux usées traitées produites est de 20m³.
- Le propriétaire vidange le système 1 fois/6mois par pompage. Les boues sont mises en décalage pour sécher et être réutilisées pour la fertilisation.



Figure 44 : Bac d'alimentation eaux/bouse



Figure 45 : Regard de la cuve centrale du digesteur munie d'une conduite de biogaz



Figure 46 : Regard du bassin d'expansion et regard de la cuve de stockage de digestats



Figure 47 : Conduite du biogaz produit par le digesteur



Figure 48 : Sortie des boues vidangées

Avantages

Le système présente les avantages suivants :

- Utilisation des eaux usées traitées par le digesteur pour l'irrigation d'une partie du jardin du ménage ;
- Alimentation en biogaz utilisé pour la cuisson pendant 1 heure/ jour (Figure 49).

La Figure 50 présente la conduite d'alimentation en biogaz et le tuyau d'indication de son niveau dans la cuisine du ménage.



Figure 49 : Alimentation du réchaud par le biogaz produit au niveau du digesteur



Figure 50 : Conduite d'alimentation en biogaz au niveau de la cuisine du ménage et le tuyau d'indication de son niveau

Inconvénients

Le problème au niveau du digesteur agricole est l'insuffisance de l'effluent d'élevage et donc pas assez de production de biogaz pour assurer une alimentation au niveau de la cuisine durant toute la journée.

Propositions de réhabilitation

Il est recommandé d'établir un guide d'entretien du système pour le propriétaire du ménage.

VI.3.3 Digesteur agricole de la maison d'hôtes Mogador Dar Moha

Description du système

Le digesteur agricole de la maison d'hôtes Mogador Dar Moha est de forme parallélépipédique d'un volume de 20 m³.

Il est constitué de :

- Un bac d'alimentation dans lequel les fumiers et les déchets organiques sont versés et mélangés avec de l'eau ;
- Une conduite pour les eaux usées qui les mènent directement vers la cuve de digestion ;
- Un tube d'alimentation ;

- Une cuve de digestion dans laquelle se fait la dégradation anaérobie de la matière organique biodégradable. Elle est munie d'une conduite de sortie du biogaz pour l'alimentation des appareils à biogaz existants dans la maison d'hôte ;
- Chambre à gazomètre en géomembrane : le biogaz collecté est acheminé vers un gazomètre en géomembrane au niveau de l'abri à gazomètre par un tuyau galvanisé (Figure 52);
- Un tube de sortie ;
- Un bassin enterré pour recueillir les eaux usées traitées, de 2m de profondeur, 2m de longueur et 2m de largeur. Ce bassin est complètement rempli une fois par mois ce qui permet la production d'un volume moyen de 8m³ d'eaux usées traitées chaque mois.

Depuis sa mise en place, le système n'a jamais été vidangé.

La Figure 51 illustre une vue d'ensemble du digesteur agricole.

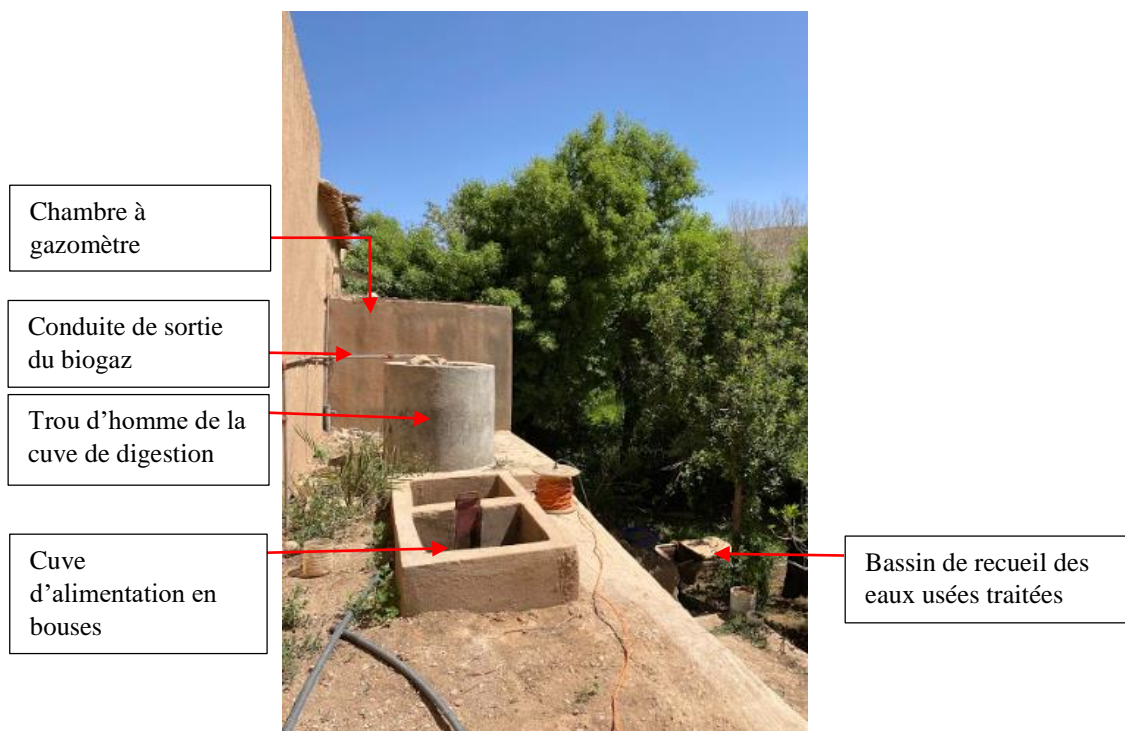


Figure 51: Vue d'ensemble du digesteur agricole de la maison d'hôte Mogador Dar Moha



Figure 52: Tuyau galvanisé permettant la conduite de biogaz produit par le digesteur vers la cuisine

Avantages

Les eaux usées traitées issues du digesteur agricole sont réutilisées pour l'irrigation de l'exploitation agricole du propriétaire (Figure 53 et Figure 54).

Les cultures irriguées sont : l'arboriculture (amandier – figuier – noyer) destinée à la commercialisation et les cultures maraichères (pomme de terre – oignon – fève) destinées à l'autoconsommation.

Le système permet de produire un volume d'eaux usées traitées de 8m³ chaque mois.



Figure 53: Utilisation d'une pompe électrique pour pomper les eaux usées traitées issues du digesteur anaérobie



Figure 54: Réutilisation des eaux usées traitées en irrigation du champ de culture du propriétaire

Inconvénients

- Pas de stockage du biogaz produit ;

- Problème d’odeurs et de mouches au niveau du bassin de recueil des eaux usées traitées ;
- Consommation en énergie électrique importante pour le pompage des eaux usées traitées afin de les réutiliser en irrigation.

Proposition de réhabilitation

Il est recommandé de :

- Remplacer le gazomètre en géomembrane pour assurer le stockage du biogaz produit au niveau du RAC ;
- Prévoir un couvercle étanche de la cuve des eaux usées traitées pour éviter le problème des mauvaises odeurs et moustiques ;
- Etablir un guide de fonctionnement et d’entretien du système.

VI.4 Toilettes de Déshydratation et Séparation d’Urine TDSU

Etat des lieux

Il existe trois toilettes de déshydratation et séparation d’urine (TDSU) au niveau du village Ait Idir :

- Au niveau du ménage de la famille Ait Ouamma ;
- Au niveau de l’école d’Ait Idir ;
- Au niveau du marché hebdomadaire d’Ait Idir.

VI.4.1 TDSU au niveau du ménage de Ait Ouamma

Description du système

Au niveau du ménage de la famille Ait Ouamma, deux TDSUs ont été installées en 2016.

Elles sont constituées de :

- Trou pour l’urine : relié par un tuyau aux bidons en plastique de stockage des urines d’un volume de 15m³.
- Trou pour les eaux de lavage anal : relié au puits perdu du ménage.
- Compartiment de collecte et stockage des fèces pour la déshydratation.

Les TDSUs ont été utilisées durant 1 mois uniquement, pour être remplacées par une toilette à siphon manuel après cette durée (Figure 55 et Figure 56). Durant l’usage, le système présentait les avantages suivants pour le propriétaire :

- L’urine stockée a été valorisée trois fois pendant le mois où la TDSU était encore fonctionnelle pour la fertilisation du jardin ;
- Les fèces stockées étaient mélangées avec le fumier pour la fertilisation du champ de culture.

En effet, le propriétaire ne comprenait pas les explications faites durant les formations suite à un problème de barrière linguistique : Monsieur Ouamma ne parle pas Arabe mais uniquement Amazigh. Après la mise en place du système, les membres de la famille ne comprenaient pas le mode d’usage d’où le problème des odeurs et insectes suite à l’absence d’une maintenance régulière. La réutilisation des produits (urines et fèces) n’était pas faite correctement : les fèces ont été collectées dans des bidons (Figure 57), normalement réservés à la collecte de l’urine, chaque 2 jours et mélangées avec le fumier manuellement. Cette durée n’est pas suffisante pour déshydrater les fèces et obtenir un produit sec, inodore, inoffensif et partiellement stérilisé.

Les fèces doivent être stockées dans les chambres de déshydratation (Figure 58).

L'adaptation à l'usage des toilettes sèches est l'une des causes principales du remplacement des TDSUs, ainsi qu'un accident qui s'est produit durant la période d'utilisation : la petite fille du propriétaire est tombée dans la fosse de déshydratation des fèces à travers l'orifice du milieu.



Figure 55 : Cuvettes des TDSUs après remplacement par une toilette à siphon manuel



Figure 56 : Remplacement des TDSUs par une toilette à siphon manuel



Figure 57: Bidons utilisés pour le stockage des fèces



Figure 58: Chambres de déshydratation de la TDSU du ménage, munies d'un tube de ventilation

VI.4.2 TDSU au niveau de l'école primaire d'Ait Idir

Description du système

Au niveau de l'école primaire, il existe six TDSUs à position accroupie (Figure 59) et deux TDSUs à position assise pour les élèves ayant des besoins spécifiques (Figure 60).

Chaque TDSU est à trois orifices :

- Un orifice pour la collecte et le drainage des urines : elles sont canalisées et stockées hors des toilettes dans dix réservoirs en plastique enterrés (Figure 61). Chaque réservoir de stockage a une capacité de 3 tonnes et relié aux TDSUs par une conduite d'environ 30m. Après un temps de stockage suffisant, les urines hygiénisées sont acheminées vers un robinet situé à l'extérieur de l'école pour qu'elles soient collectées par le camion de la commune et réutilisées pour la fertilisation des champs agricoles du village (Figure 62) ;
- Un orifice pour la collecte des eaux de lavage anale ;
- Une chambre de déshydratation de 2m de profondeur, 1m de largeur et de 3m de longueur située sous chaque TDSU et conçue pour la collecte et le stockage des fèces (Figure 63).



Figure 59: TDSU à position accroupie au niveau de l'école primaire au village Ait Idir



Figure 60: TDSU à position assise au niveau de l'école primaire au village Ait Idir



Figure 61: Dix regards des réservoirs enterrés de stockage des urines issues des TDSUs au niveau de l'école primaire



Figure 62 : Robinet de collecte des urines hygiénisées situé en dehors de l'école primaire



Chambres de déshydratation



Tubes de ventilation

Figure 63 : Chambres de déshydratation des TDSUs existantes au niveau de l'école primaire, munies des tubes de ventilation

Après 6 mois de la mise en place des TDSUs, des formations ont été organisées pour les élèves pour leur expliquer le mode d'usage des toilettes sèches. Elles ont été utilisées par la suite pendant 1 mois.

Le nettoyage des TDSUs a été fait volontairement par une association de femme au niveau du village à cause de l'absence d'agents de nettoyage permanents au niveau de l'école.

D'après nos discussions avec Monsieur Elmoghtrati, ancien directeur de l'école durant cette période, il nous a affirmé que les élèves se sont adaptés à l'utilisation des TDSUs et qu'il n'y avait aucun problème d'odeurs ni d'insectes. Il était normalement prévu que les urines et les fèces stockées soient gérées par la commune. Cette dernière devait s'occuper de leur transport hors site et de leur distribution auprès des agriculteurs. Cependant, aucun agriculteur n'a pu y bénéficier étant donné qu'un mois de fonctionnement n'était pas suffisant pour avoir une quantité importante de ces produits. Les chambres de déshydratation et les citernes de stockage des urines n'ont jamais été vidangées.

Après un mois d'usage, le poste du directeur a été repris par Monsieur Aabou suite à un départ à la retraite de Monsieur Elmoghtrati, et les femmes de l'association ne voulaient plus se charger du nettoyage car ceci demandait beaucoup d'effort. Les TDSUs n'ont jamais été utilisées depuis, et les élèves se servaient uniquement des toilettes turques (Figure 64).

Le directeur actuel de l'école n'est pas favorable à l'usage des TDSUs à nouveau pour deux raisons :

- Absence d'un agent de nettoyage permanent au niveau de l'école ;
- Risque de nuisances olfactives et insectes au niveau des TDSUs.

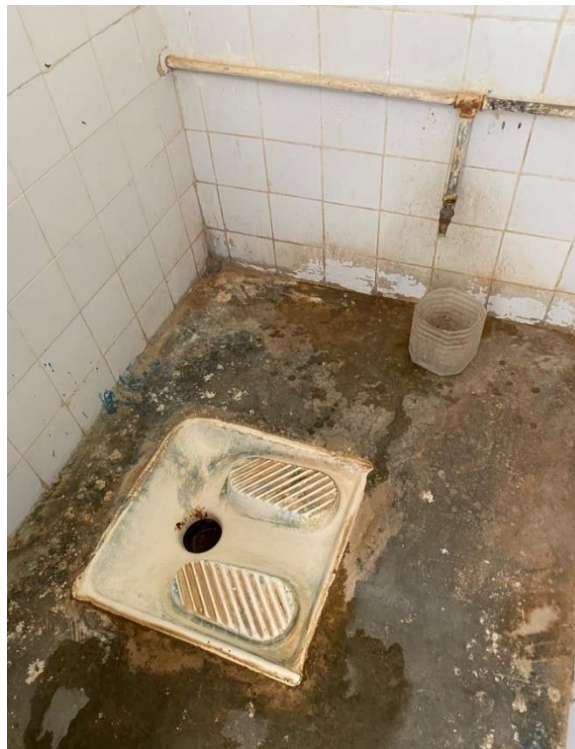


Figure 64 : Toilettes turques utilisées actuellement par les élèves de l'école primaire du village Ait Idir

Proposition de réhabilitation

Il est recommandé de :

- Assurer un agent de nettoyage permanent au niveau de l'école pour maintenir et entretenir les TDSUs ;
- Organiser des formations aux élèves pour l'explication du mode d'usage ;
- Mettre à disposition des élèves et du corps administratif un guide d'entretien et d'usage des TDSUs.

VI.4.3 TDSU au niveau du marché hebdomadaire d'Ait Idir

Description du système

Il existe actuellement six TDSUs à position accroupie au niveau du marché hebdomadaire d'Ait Idir. Les produits des TDSUs (fèces déshydratées, urines hygiénisées et eaux de lavage anal collectées séparément) étaient destinées, en cas d'usage correcte, à la fertilisation des champs des agriculteurs du village. La Figure 65 présente une vue extérieure des TDSUs.



Figure 65: Vue d'extérieur des TDSUs existantes au niveau du marché du village Ait Idir

Depuis leur mise en place, les TDSUs n'ont jamais été utilisées correctement. Aujourd'hui, elles sont dans un état désastreux : les enfants du village l'ont utilisé d'une manière erronée (Figure 66 et Figure 68) et tous les équipements (portes, lavabos, interrupteurs, etc...) ont été vandalisés (Figure 67).

D'après nos enquêtes et discussions avec la population et les agents de la commune, le constat est qu'ils refusent l'idée de la mise en place des TDSUs surtout au niveau du marché qui est un espace public, fréquenté par les habitants des différents villages de la commune de Ait Sedrate Jbel Soufla. De plus, ils ne comprenaient pas le mode d'usage et l'importance d'un tel système en termes de valorisation des produits (urine et fèces).



Figure 66: Etat actuel désastreux des cuvettes à séparation d'urines existantes au niveau du marché du village Ait Idir



Figure 67 : Etat actuel des équipements de la TDSU (portes, lavabos, interrupteurs)



Figure 68 : Vue de près d'une chambre de déshydratation d'une TDSU existante au niveau du marché du village Ait idir

Proposition de réhabilitation

Etant donné qu'il n'y a aucune toilette au niveau du marché hebdomadaire d'Ait Idir, à part les TDSUs, et vu qu'il est fréquenté par un grand nombre d'utilisateurs/utilisatrices peu familiarisés avec les cuvettes à séparation d'urine, il est fortement recommandé de connecter ces toilettes à une source d'eau permanente.

VI.5 Conclusion

Le programme d'assainissement écologique Sustain Water MED conçu pour le village d'Ait Idir consiste en la mise en place de sept sites pilotes, choisis en coopération avec les autorités locales, pour être équipés de divers systèmes d'assainissement. Trois types de systèmes ont été adoptés : les Toilettes de Déshydratation et à Séparation d'Urine, le Digesteur agricole à Biogaz et le Réacteur Anaérobie Compartimenté.

L'objectif est d'assurer un assainissement décentralisé durable tout en optimisant la réutilisation des produits (la génération d'énergie à partir du biogaz et l'utilisation des propriétés fertilisantes d'excrétas en agriculture). De plus, ces technologies contribuent à limiter les risques sanitaires et à alléger la pression sur les ressources souterraines provoquée par les rejets incontrôlés des eaux usées domestiques et agricoles.

La Figure 69 présente le degré de satisfaction des usagers des technologies par rapport aux objectifs fixés au début. Ce graphique a été élaboré en se basant sur les résultats des enquêtes et les visites des sites.

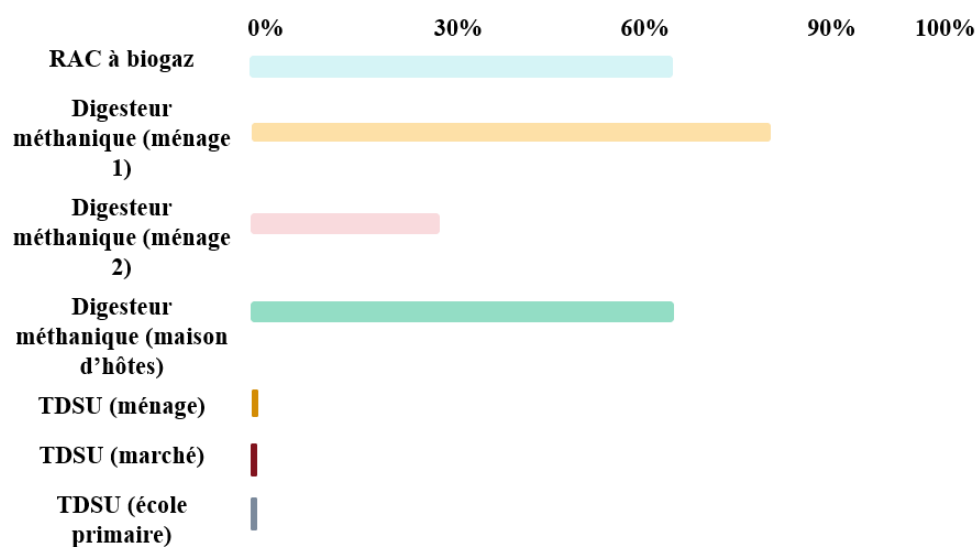


Figure 69 : Degré de satisfaction des usagers des technologies par rapport aux objectifs fixés au début

Ce graphe montre des degrés de satisfaction différents entre les solutions existantes.

Les visites sur terrain des sept sites ont permis de tirer les constats suivants :

- Il n’y a pas de stockage du biogaz, à l’exception du digesteur au niveau du ménage de Addi Mazili ;
- Les TDSU ne sont plus utilisées suite à la non acceptabilité sociale et la difficulté d’entretien. Cette technologie n’a pas été intégrée dans le contexte socio-culturel de la zone d’étude ;
- Les digesteurs et le réacteur anaérobie compartimenté sont utilisés uniquement pour la réutilisation des eaux usées traitées pour l’irrigation.

Il y a alors une sous valorisation du potentiel technique des 7 solutions existantes au niveau du village.

Afin de promouvoir l’acceptation sociale de ces systèmes, il est nécessaire de prendre des mesures de sensibilisation de la population telles que l’organisation des formations en Arabe et en Amazigh, ainsi que l’établissement d’un guide d’entretien détaillé pour les propriétaires des sites pilotes.

Chapitre VII : Diagnostic de la situation d'assainissement au niveau des communes de la vallée de Dadès

VII.1 Introduction

Le présent chapitre présente les résultats du diagnostic de l'assainissement et la réutilisation au niveau des communes rurales de la vallée de Dadès.

Ce diagnostic s'appuie sur des données collectées via des recherches bibliographiques, des enquêtes avec les ménages et des groupes de discussions menés dans trois communes de la vallée de Dadès : Ait Sedrate Jbel Soufla, Ait Youle et Boumalne Dadès, avec les acteurs impliqués dans le secteur d'assainissement. Des entretiens avec les agents de l'ORMVAO et l'ANDZOA à Ouarzazate ont permis de compléter les informations.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les spécificités de la zone d'étude en termes d'assainissement liquide par groupe fonctionnel, la gestion des eaux pluviales, la gestion des déchets ménagers, ainsi que les défaillances constatées de ces secteurs.

VII.2 Circuit d'enquête

Au cours de la mission de terrain de 25 jours, 15 ménages ont été enquêtés au niveau de trois villages : Ait Idir, Ait Oufi et Tamlalet de la commune Ait Sedrate Jbel Soufla. Ce choix s'est basé sur la proximité de l'oued, la particularité des villages et la disponibilité des agents de la commune chargés de notre accompagnement.

La Figure 70 présente la situation géographique des ménages enquêtés au niveau des villages précités.

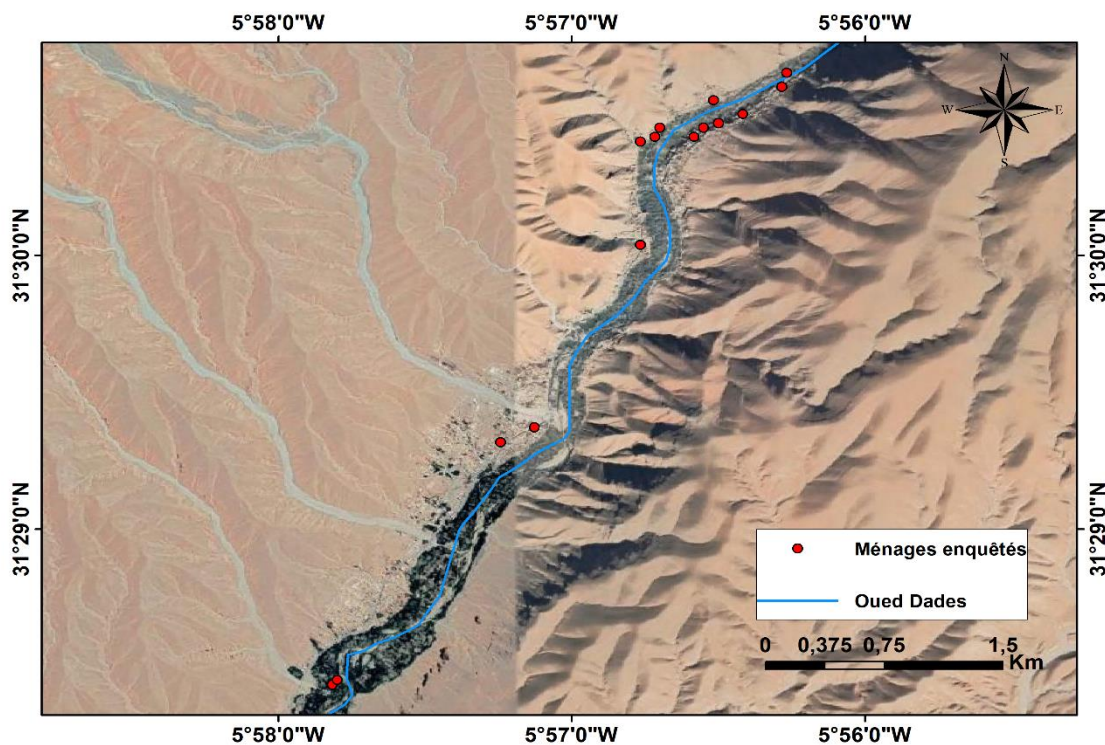


Figure 70 : Situation géographique des ménages enquêtés

VII.3 Mode d'habitat

A l'échelle de la zone d'étude, la caractérisation du mode d'habitat est réalisée en utilisant les images satellitaires, les données du Haut-Commissariat au Plan, en complément aux observations relevées sur le terrain. Le Tableau 11 présente le mode d'habitat au niveau des communes de la vallée de Dadès selon les données du HCP.

Tableau 11 : Mode d'habitat par commune de la vallée de Dadès (Haut Commissariat au Plan)

Commune/Mode d'habitat	Dispersé	Eclaté	Groupé	Total
Tilmi	6	6	10	22
M'semrir		3	11	14
Ait Sedrate Jbel El Oulia		2	8	10
Ait Sedrate Jbel Soufla		5	4	9
Ait Youle		3	12	15
Souk Lakhmis Dadès	1		40	41
Ait Sedrate Sahl Charkia		4	23	27
Ait Sedrate Sahl El Gharbia	8	2	27	37
Total	15	25	135	175

On distingue trois modes d'habitat : dispersé, éclaté et groupé. Le mode d'habitat le plus répandu est le groupé pour 77% des localités au niveau de la vallée de Dadès, alors que les modes éclaté et dispersé sont minoritaires avec un pourcentage de 14% et 9% respectivement.

Ce constat est confirmé par les sorties sur terrain où une prédominance du mode d'habitat groupé a été remarquée (Figure 71 et Figure 72).



Figure 71 : Habitat groupé au niveau du village Ait Ouffi de la commune Ait Sedrate Jbel Soufla

Figure 72 : Habitat groupé au niveau de la commune Ait Youle

VII.4 Réseaux de desserte des logements

VII.4.1 Eau destinée à la consommation humaine et gestion du service d'approvisionnement

Il existe deux types d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine au niveau des communes rurales de la vallée de Dadès :

- Par branchement à un réseau d'adduction collectif ;
- Par branchement à un puits individuel.

Les systèmes d'alimentation en eau se composent d'un réservoir d'eau alimenté par refoulement à partir d'une source d'approvisionnement (puits ou source), d'un réservoir de stockage et d'un réseau de distribution.

Au niveau de la commune rurale de Ait Sedrate Jbel Soufla, sur les 15 ménages enquêtés, 73% sont branchés à un réseau d'approvisionnement par un puits collectif, et optent pour un puits individuel (Figure 74) comme deuxième source d'eau en cas de problème d'adduction par le puits collectif (Figure 73). Ce mode d'alimentation en eau s'explique par les conditions d'accès aux habitats, la dispersion et la nature des habitations à desservir.

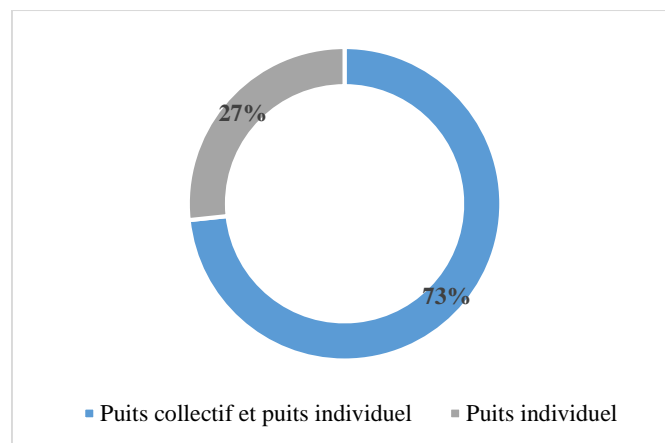


Figure 73 : Mode d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine pour les ménages enquêtés de la commune de ASJS



Figure 74 : Puits individuel au niveau de deux ménages de la commune ASJS

En 1990, l’approvisionnement était géré par la commune pour l’ensemble des villages d’ASJS. En 2001, et suite au programme de lutte contre la sécheresse, la gestion des réseaux a été partagée entre les services techniques de la commune ASJS et les associations locales selon les villages :

- Pour le village Ait Idir : la gestion est assurée par la commune ;

Il existe 2 puits collectifs, d’une profondeur de 12m, qui desservent un château de 50 tonnes et un autre de 100 tonnes. Le prix du branchement au réseau de distribution s’élève à 300 DH. Chaque maison branchée au réseau est équipée d’un compteur d’eau.

Le Tableau 12 présente la tarification par tranche d’eau.

Tableau 12 : Tarification de l’eau adoptée par la commune ASJS (Source : Commune ASJS)

Tranches (tonnes)	Tarif en DH
T1 : 0 – 30	2,15
T2 : 30 – 60	5
T3 : > 60	7
Taxe mensuelle	10

L’approvisionnement en eau par la commune présente quelques problèmes à savoir les fuites d’eau dans le réseau, ainsi que des coupures d’eau, surtout en été, à cause de la forte demande conjuguée aux fuites.

- Pour le reste des villages de la commune ASJS : la gestion est assurée par les associations locales.

Il existe 4 associations de gestion d’AEP, dont la tarification est présentée sur le Tableau 13.

Tableau 13 : Tarification des tranches d’eau par les associations locales de la commune ASJS

Association	Tranches (tonnes)	Tarif en DH
Ait Oufi- Ait Oudinar	T1 : 0-30	1,5
	T2 : 30-50	2
	T3 : > 50	2,5
Tamlalet – Sidi Boubker	T1 : 0-60	2
	T2 : > 60	5
Ait Arbi-Imzzoudar- Ait Ouglif	T1 : 0-20	1,5
	T2 : 20-30	3
	T3 : > 30	5
Sidi Daoud	T1 : 0-10	1
	T2 : 10-20	2
	T3 : >20	3

Le prix de branchement au réseau de distribution est entre 200-500 DH.

Concernant la qualité de l'eau potable, le traitement consiste en une désinfection par ajout de pastilles de chlore pour la commune et les associations locales.

VII.4.2 Assainissement

Le diagnostic global de l'assainissement est basé sur les enquêtes réalisées sur terrain au niveau des villages de la commune ASJS. Ce diagnostic a été fait en partant du principe que l'assainissement est une filière, devant être abordée par une approche systémique de l'amont vers l'aval.

Il concerne le descriptif par groupe fonctionnel, le fonctionnement des installations existantes et les défaillances et problèmes constatés.

L'ensemble des localités de la vallée de Dadès est dépourvu d'un réseau d'égout. Le système d'assainissement adopté est l'assainissement individuel qui consiste à rejeter les eaux usées dans des puits perdus.

Groupe fonctionnel : Accès

On distingue deux types de dispositifs :

- Cuvette à chasse manuelles ;
- Cuvette à chasse mécanique.

La majorité des ménages enquêtés adopte les deux types de dispositifs (Figure 75). L'implantation des latrines se fait généralement près de l'entrée de l'habitation. En moyenne, il existe deux types de cuvette par ménage (Figure 76).

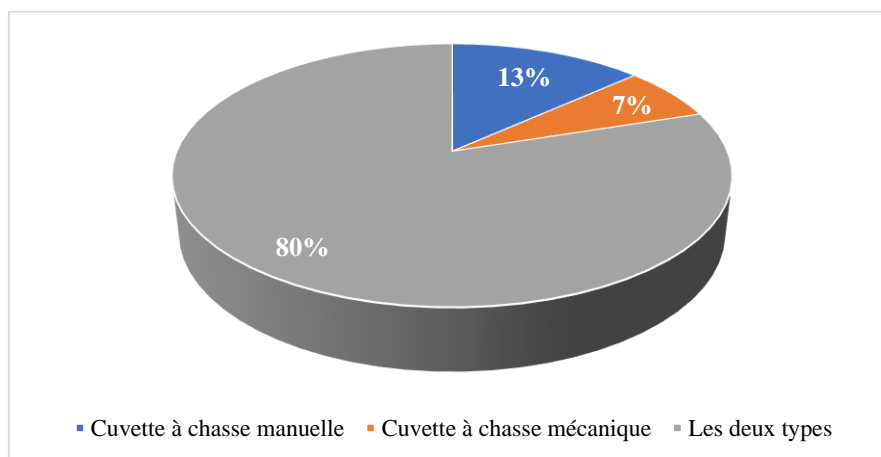


Figure 75 : Types de dispositifs d'accès au niveau des ménages enquêtés



Figure 76 : Cuvette à chasse d'eau et cuvette à chasse d'eau mécanique au niveau du même ménage – Village Ait Oufi – Commune ASJS

Il existe généralement des tuyaux de raccordement entre siphon et puits perdu, permettant d'acheminer les eaux usées hors ménage (Figure 77).



Figure 77: Conduite d'évacuation des eaux usées - Village Ait Oufi - Commune ASJS

Groupe fonctionnel : Collecte et traitement

Pour tous les ménages enquêtés, le maillon traitement consiste en un puits perdu implanté à l'extérieur de l'habitation (Figure 78 et Figure 79).

Le diamètre du puits est généralement de 1,5m, et la profondeur varie de 4 à 12m selon la perméabilité du sol. Le trou est consolidé par un mur en pierres et recouvert d'une plaque ou d'un dallage.



Figure 78 : Puits perdu d'un ménage du Village Ait Oufi - Commune ASJS

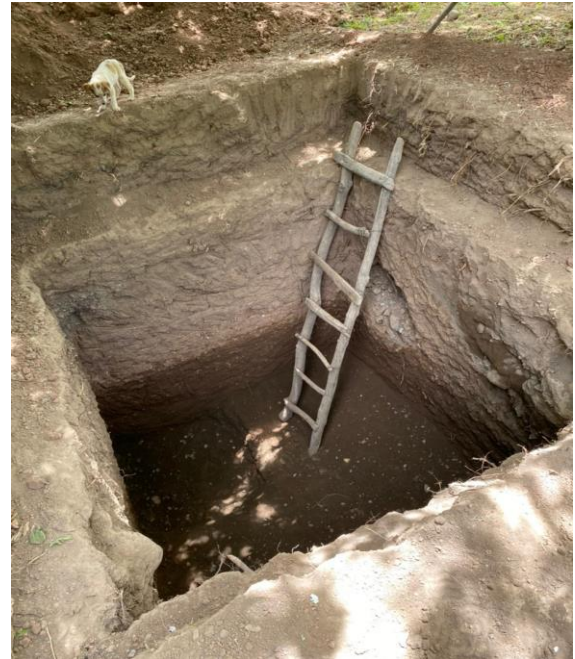


Figure 79 : Puits perdu en cours de construction - Village Ait Oufi - Commune ASJS

La séparation des eaux usées grises et noires n'est faite que par 13% des ménages enquêtés (Figure 80). Ces familles adoptent la séparation pour éviter le remplissage rapide des puits surtout à cause des graisses produites au niveau des cuisines.

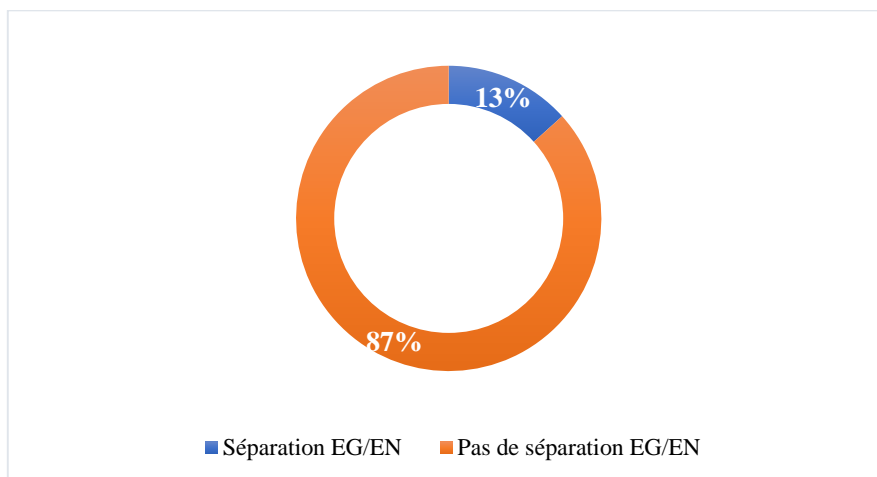


Figure 80 : Proportion des ménages avec séparation des eaux noires/eaux grises

On distingue deux cas :

- Mise en place de deux puits perdus : un puits pour les eaux grises et un autre pour les eaux noires ;
- Puits perdu pour les eaux noires et rejet des eaux grises dans la rue (Figure 81).



Figure 81 : Conduite de sortie des eaux de la machine à laver au niveau d'un ménage du village Ait Oufi - Commune ASJS

Groupe fonctionnel : Transport

Généralement, lorsque le puits perdu est plein, les habitants préfèrent le fermer et construire un autre à proximité par manque de moyens et de matériels de vidange. Cinq ménages sur les quinze enquêtés ont recours à la vidange mécanique (Figure 82).

La vidange est faite soit :

- Par un camion d'aspiration de la commune d'Ait Youle (Figure 83 et Figure 84) ;
- Par des prestataires de vidange ;
- Le propriétaire du ménage loue une pompe et vidange le puits lui-même.

L'opération de vidange reste limitée vu son coût élevé ainsi que la difficulté d'accès aux ménages.

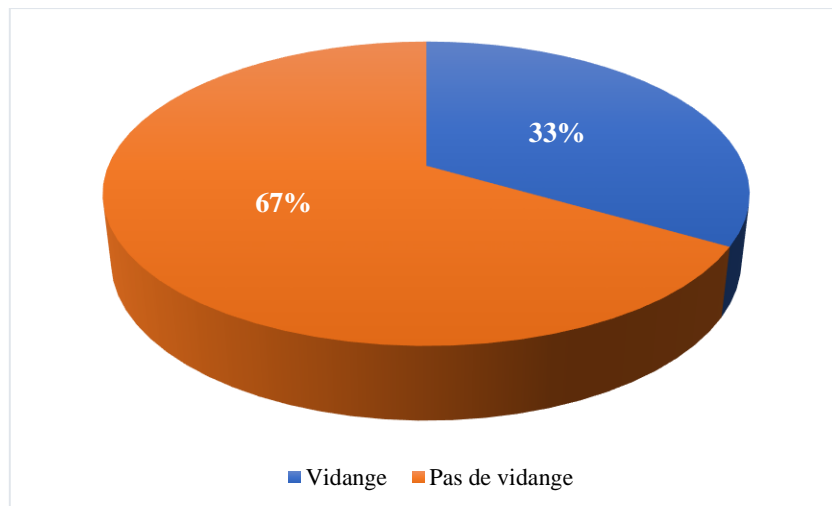


Figure 82 : Proportion des ménages adoptant la vidange des puits perdus



Figure 83 : Camion de vidange des puits perdus au niveau de la commune Ait Youle



Figure 84 : Pompe pour la vidange des puits perdus de la commune Ait Youle

Groupe fonctionnel : rejet ou valorisation

Après vidange, les boues sont généralement rejetées dans un endroit loin des habitations au niveau des montagnes ou au niveau de la décharge de Boumalne Dadès.

Aucun ménage enquêté n'a recours à la réutilisation puisque les eaux usées sont rejetées dans le milieu naturel par infiltration, sans aucun traitement.

Le seul exemple de réutilisation au niveau de la commune ASJS est au village d'Ait Idir, où se trouvent des pilotes réalisés par la GIZ (Figure 85). Les eaux usées issues des systèmes sont réutilisées pour l'irrigation du jardin ou l'exploitation agricole des propriétaires.



Figure 85 : Réutilisation des eaux usées pour l'irrigation de l'exploitation agricole – Maison d'hôte Dar Moha Mogador – Village Ait Idir – Commune ASJS

Les enquêtes et discussions avec les habitants sur la Figure 86 ont permis de relever les constats suivants par rapport à l'acceptabilité de la réutilisation :

- 27% sont favorables à la réutilisation des produits issus du traitement (boues et eaux usées traitées). Ils témoignent que cette réutilisation contribue à l'amélioration du rendement agricole. Toutefois, ils sont prêts à réutiliser les eaux usées que pour l'irrigation des produits non comestibles comme la luzerne ;
- 73% ne sont pas favorables à la réutilisation suite à des raisons liées aux risques sanitaires qu'elle peut présenter ;
- Le soucis des risques sanitaires de la réutilisation a été évoqué par tous les ménages enquêtés.

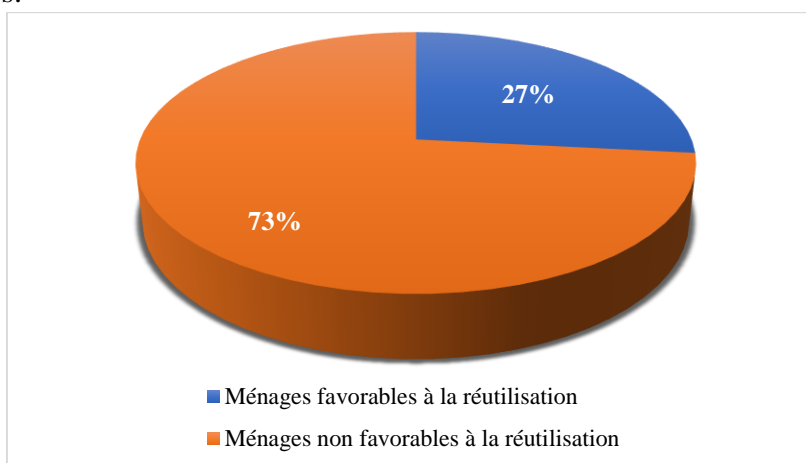


Figure 86 : Proportion des ménages enquêtés favorables et non favorables à la réutilisation

VII.4.3 Alimentation en énergie

Au niveau de la vallée de Dadès, près de 99% des communes rurales sont branchées au réseau national d'électrification, grâce au Programme d'Electrification Rurale Global (PERG) réalisé par l'ONEE-Branche Electricité.

Les réseaux électriques s'étendent le long des routes principales et desservent les habitations se trouvant sur leurs parcours ou à courte distance. Ainsi, la desserte dépend de la topographie des foyers, la proximité des villages des grandes routes et la proximité aux agglomérations urbaines.

Le taux d'électrification pour la commune de ASJS est de 100% : tous les villages sont bénéficiaires depuis 2000 (ONEE, 2020).

L'électricité est utilisée pour l'éclairage et l'alimentation des différents équipements électroménagers.

Le Tableau 14 présente les tarifs de l'électricité au niveau du village Ait Idir.

Tableau 14 : Tarification de l'électricité au niveau du village Ait Idir - Commune ASJS
(Source : Commune ASJS)

Tranche (KWh)	Tarif en DH
T1 : 0 – 100	0,75
T2 : 101 – 200	0,85
T3 : 201 – 500	0,92
T4 : > 501	1,26

D'autres sources sont utilisées à savoir le butane et le bois. Tous les ménages enquêtés ont recours au butane pour la cuisson. Le bois est généralement utilisé pour la cuisson du pain dans le four à bois ou pour le chauffage.

VII.5 Gestion des eaux pluviales

En se basant sur les enquêtes et visites sur terrain, il n'y a pas une réelle culture de gestion des eaux pluviales dans les villages de la commune d'ASJS, à part l'évacuation des eaux de toitures à travers des tuyaux sur les habitations (Figure 87), puis le rejet direct dans les ruelles. Elles s'évacuent par évaporation, infiltration dans le sol ou ruissellement de surface. Ce constat a également été confirmé par les différents groupes de discussions avec les autorités locales, qui ont affirmé l'absence de techniques de captage des eaux pluviales.

Les habitants enquêtés jugent qu'il n'y a pas un réel besoin pour la collecte des eaux pluviales pour une utilisation ultérieure.

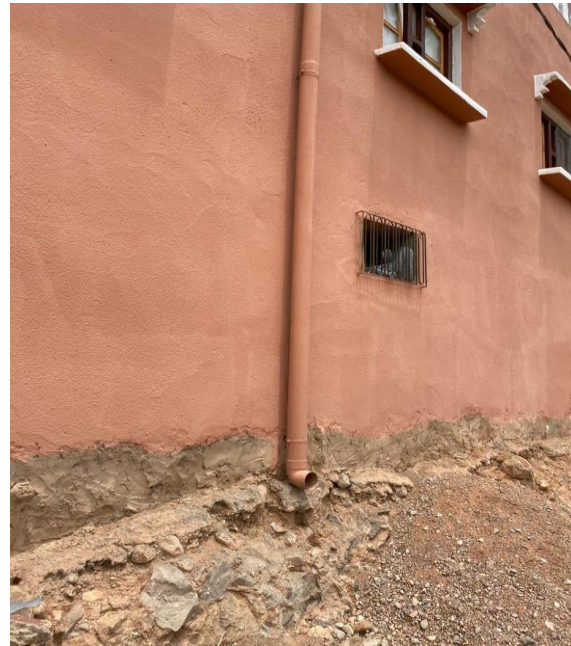


Figure 87 : Tuyaux d'évacuation des eaux pluviales dans les ruelles - Village Ait Oufi – Commune ASJS

VII.6 Gestion des déchets ménagers

Au niveau de la commune rurale ASJS, c'est la commune qui est chargée de la gestion des déchets solides. Le camion de collecte passe une fois par semaine (chaque Lundi), et transporte les déchets vers la décharge de Boumalne Dadès (Figure 88 et Figure 89).



Figure 88 : Camion de la commune ASJS pour la collecte des déchets solides



Figure 89 : Dépôt des déchets près du ménage pour la collecte par le camion de la commune – Village Ait Idir

VII.7 Défaillances sanitaires et environnementales constatées

Défaillances du système d'assainissement

Le système d'assainissement adopté est individuel et consiste au rejet des eaux usées dans des puits perdus. Ces derniers entraînent une contamination du sous-sol et des eaux souterraines, due à l'infiltration directe des eaux usées concentrées en un seul point de rejet.

D'après nos discussions avec les habitants, la majorité est convaincue qu'il n'y a pas de risque lors de l'adoption des puits perdus. Ils estiment que l'infiltration dans le sol est suffisante pour l'élimination des polluants.

De plus, les puits perdus sont placés dans certains cas très proches de l'Oued Dadès (Figure 91), dont les eaux sont utilisées pour les besoins quotidiens tel que la lessive. Quelques unités touristiques rejettent directement leurs eaux usées dans l'oued pendant la haute saison (Figure 90). Un autre constat a été fait pendant les visites de terrain consiste au passage des conduites des eaux usées par la Seguia (Figure 92). Par conséquent, la population est exposée à des risques sanitaires majeurs.

Un autre problème qui se présente est le risque d'effondrement ou débordement des puits pendant les inondations.

En ce qui concerne la vidange, elle est rarement faite. En effet, il est primordial d'accorder une attention particulière aux opérations de vidange, vu qu'elles conditionnent le bon fonctionnement du système d'assainissement et son efficacité en termes de sécurité sanitaire et environnementale. Il y a aussi une absence d'un protocole des précautions à prendre, ce qui présente un risque sanitaire élevé pour les agents de vidange.



Figure 90 : Point de rejet des eaux usées d'une unité touristique directement dans Oued Dadès - Village Ait Oufi - Commune ASJS



Figure 91 : Emplacement d'un puits perdu près de Oued Dadès - Village Ait Oufi - Commune ASJS



Figure 92 : Passage d'une conduite des eaux usées d'un ménage par la Seguia – Village Ait Oufi – Commune ASJS

Rejet des déchets près de l'Oued de Dadès

Lors de nos visites sur terrain, il a été remarqué qu'il y a plusieurs points de rejets des déchets solides près de l'Oued Dadès (Figure 93). Ceci présente le risque de pollution de l'oued par transport soit par le vent, soit par ruissellement.



Figure 93 : Rejet des déchets solides près de Oued Dadès - Village Ait Oufi - Commune ASJS

Rejet des eaux grises dans les ruelles

Il n'existe aucun dispositif de collecte ou évacuation des eaux grises pour le cas de la séparation eaux grises/eaux noires. Elles sont directement rejetées dans les ruelles (Figure 94), et présentent les inconvénients suivants :

- Dégagements des odeurs ;
- Nuisances visuelles ;
- Risque d'érosion des ruelles non aménagées ;
- Prolifération d'insectes (mouches et moustiques).



Figure 94 : Rejets des eaux grises dans les ruelles (à gauche : Commune de Boumalne Dadès; à droite : Commune ASJS)

Pratique de la lessive au bord de Oued Dadès

Les femmes des villages de la commune d'ASJS font la lessive dans Oued Dadès (Figure 96). La proportion des ménages pratiquant la lessive dans l'Oued est présentée sur la Figure 95. En effet, 87% des ménages enquêtés ont recours à l'oued pour le lavage des vêtements et des couvertures. 13% utilisent l'oued pour le lavage des couvertures, et la machine à laver pour les vêtements (Figure 98). Ceci entraîne une augmentation de la quantité de détergents dans l'oued, et par conséquent une détérioration de la qualité des ressources en eaux.

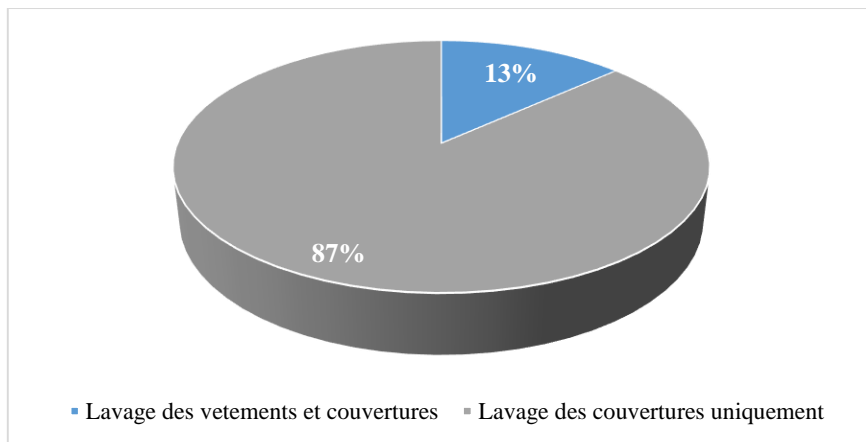


Figure 95 : Proportion des ménages enquêtés pratiquant la lessive au niveau de l'Oued Dadès



Figure 96 : Pratique de la lessive dans Oued Dadès - Commune Ait Youl



Figure 97 : Panneau d'interdiction de la pratique de la lessive et toute activité polluante de Oued Dadès - Commune Ait Youl



Figure 98 : Machine à laver au niveau d'un ménage du Village Ait Idir - Commune ASJS

VII.8 Conclusion

L'état des lieux de la situation actuelle de l'assainissement au niveau des communes de la vallée de Dadès montre que les principaux problèmes sont liés à l'absence d'une infrastructure efficace d'assainissement des eaux usées (collecte, évacuation, traitement, décharge). En effet, alimenter de l'eau potable en l'absence d'une collecte et d'un traitement des eaux usées génère une pollution qui affecte, outre la santé humaine et animale, les ressources hydriques et les sols, par le transfert des pollutions sur les cours d'eau ou sur les nappes du milieu récepteur. Ceci constitue une contrainte au développement social et économique et s'oppose à l'essor de certains secteurs tels que le tourisme au niveau de la vallée de Dadès.

L'ensemble des localités de la vallée est dépourvu de réseaux d'égouts. Le système d'assainissement adopté est individuel et consiste au rejet des eaux usées dans des puits perdus. Cette multitude de puits présente un véritable risque de contamination des nappes phréatiques.

La vidange est rarement faite, et sa pratique présente des risques sanitaires élevés pour les vidangeurs.

Il y a un manque d'informations et de sensibilisation de la population sur les modes et l'importance de l'assainissement et la réutilisation. Il est donc nécessaire d'organiser des formations sur les pratiques de l'épuration des eaux usées et les modes de valorisation des sous-produits, avant la mise en place de pilote sur terrain.

Concernant les ressources hydriques, le soucis consiste aux difficultés techniques d'accès à l'eau, ainsi que les problèmes de conditionnement pour produire une qualité répondant aux normes de pureté et d'hygiène. Les conditions d'accès aux habitats oasiens, la dispersion et la nature des habitations à desservir constituent les principales contraintes de ce secteur.

L'amélioration de l'assainissement est une nécessité : c'est une condition de base pour le développement durable de la vallée de Dadès.

Chapitre VIII : Diagnostic de la situation d'assainissement au niveau des unités touristiques de la vallée de Dadès

VIII.1 Introduction

Le présent chapitre présente les résultats du diagnostic de l'assainissement et la réutilisation au niveau des unités touristiques diagnostiquées de la vallée de Dadès. Ce diagnostic se base principalement sur les enquêtes avec les unités touristiques et les groupes de discussions menés avec les acteurs locaux, ainsi que les visites sur terrain.

VIII.2 Situation géographique des unités enquêtées

Le diagnostic s'est basé essentiellement sur des enquêtes réalisées avec 30 unités touristiques, au niveau de la commune ASJS. Les caractéristiques géographiques et générales de ces sites figurent sur l'Annexe 5.

La Figure 99 montre la situation géographique des unités diagnostiquées.

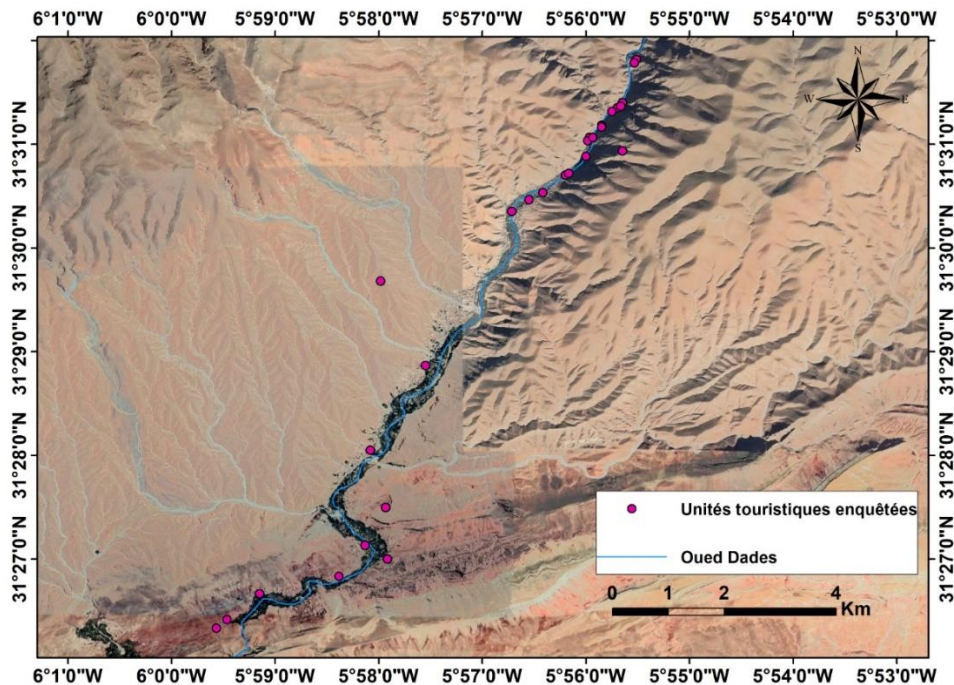


Figure 99 : Situation géographique des unités touristiques enquêtées

La Figure 100 montre la répartition des unités enquêtées par village au niveau de la commune ASJS.

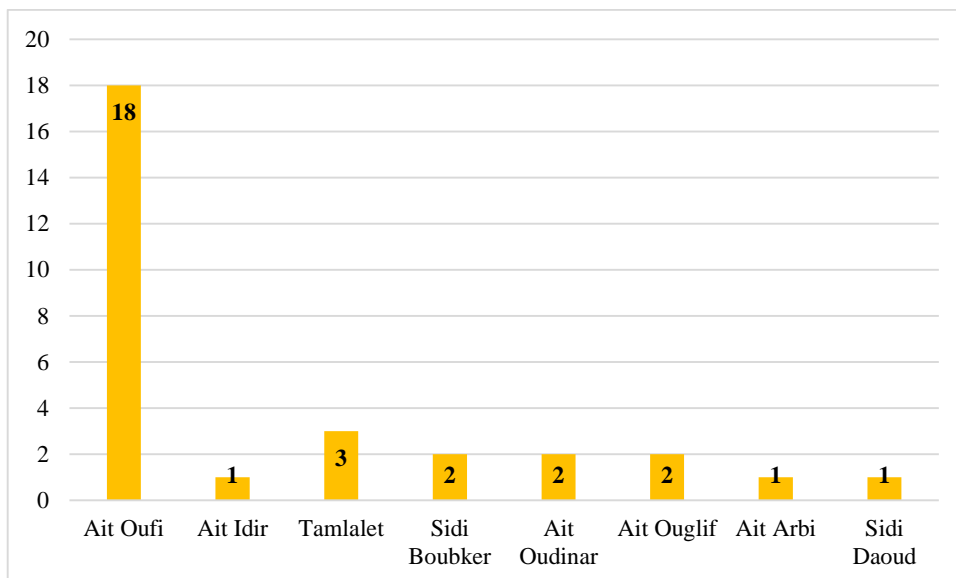


Figure 100 : Nombre d'unités touristiques enquêtées par village de la commune ASJS

VIII.3 Caractéristiques des unités enquêtées

Matériaux de construction

Toutes les unités touristiques enquêtées sont construites en béton. La terre crue peut être utilisée pour apporter un côté déco authentique et naturel.

Capacité d'accueil

Le nombre de lits exprime la capacité d'accueil des unités, et est présenté dans la Figure 101.

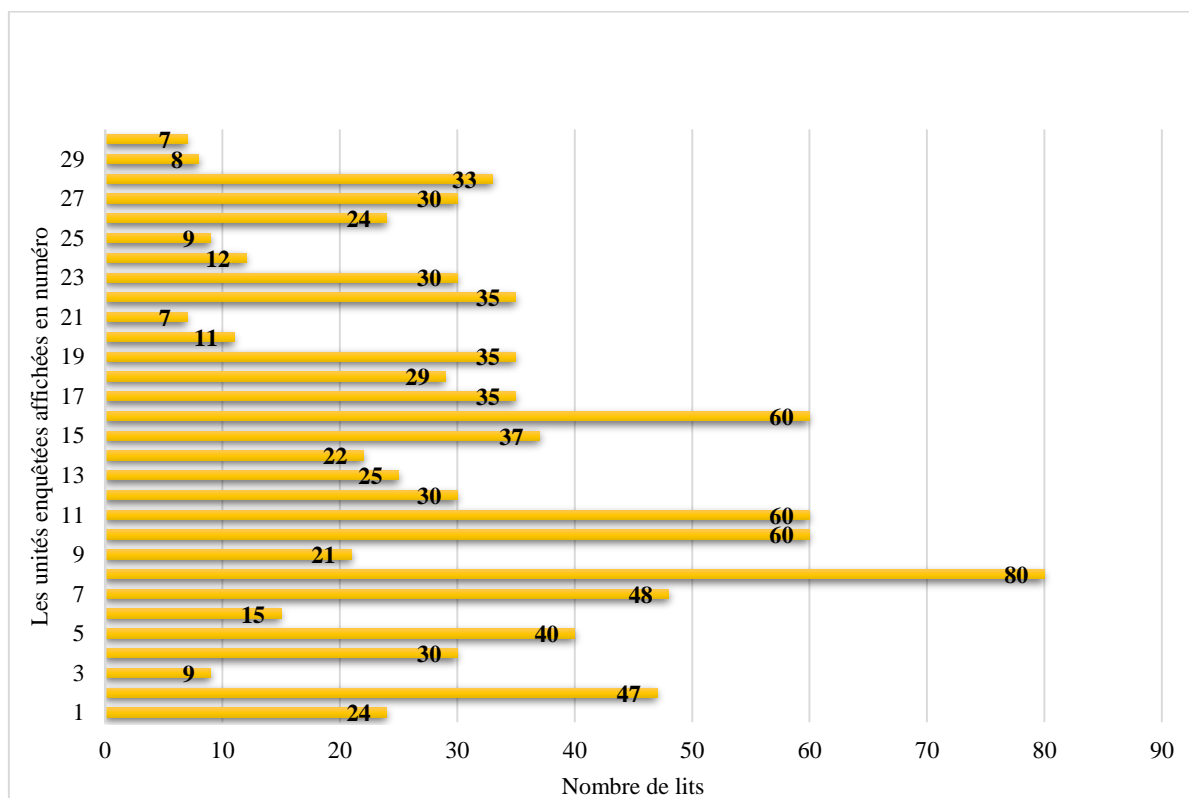


Figure 101 : Capacité d'hébergement par unité touristique

Locaux et équipements sanitaires

Les principaux locaux et équipements consommant l'eau au sein des unités sont : chambre, restaurant, lavabos, toilettes, cuisine, piscine, douches et jardin. L'inventaire de ces équipements par établissement est présenté dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Inventaire des locaux et équipements sanitaires des unités touristiques enquêtées

N° de l'unité	Nombre chambres	Nombre restaurants	Nombre cuisine	Nombre douches	Nombre lavabos	Nombre WC	Nombre piscines	Existence de jardin
1	8	1	1	8	14	11	1	Non
2	12	1	1	12	15	17	1	Oui
3	9	1	1	6	8	8	0	Non
4	14	1	1	15	15	15	0	Non
5	13	1	1	14	16	16	0	Oui
6	5	1	1	15	17	18	0	Oui
7	14	1	1	18	17	20	0	Oui
8	47	1	1	57	49	53	0	Non
9	7	1	1	8	8	10	1	Oui
10	22	1	1	26	24	27	0	Oui
11	18	2	2	20	21	23	1	Oui
12	12	1	1	14	16	15	1	Oui
13	11	2	1	13	12	13	0	Oui
14	7	1	1	8	11	8	1	Oui
15	11	1	1	13	18	15	1	Non
16	30	1	1	31	31	31	0	Non
17	12	1	1	12	19	16	0	Oui
18	7	1	2	7	9	12	0	Non
19	16	1	1	16	16	19	0	Oui
20	4	1	1	5	7	5	0	Oui
21	3	1	1	4	4	4	0	Oui
22	15	1	1	16	16	19	0	Non
23	10	1	1	14	13	14	0	Oui
24	9	1	1	11	11	11	0	Oui
25	3	1	1	4	4	4	0	Oui
26	10	1	1	10	12	12	0	Non
27	15	1	1	16	15	17	0	Oui
28	11	1	1	12	13	12	0	Oui
29	3	1	1	4	5	4	0	Non
30	4	1	1	5	5	5	0	Oui

Chaque chambre est équipée d'un lavabo, d'une douche et d'une toilette se situant dans le même endroit. En outre, le reste des toilettes et des lavabos sont communs, le surplus des douches est réservé au personnel.

Fréquentation des unités touristiques

Le nombre moyen approximatif des touristes au niveau de chaque unité touristique, selon la déclaration des enquêtés, est présenté dans la Figure 102.

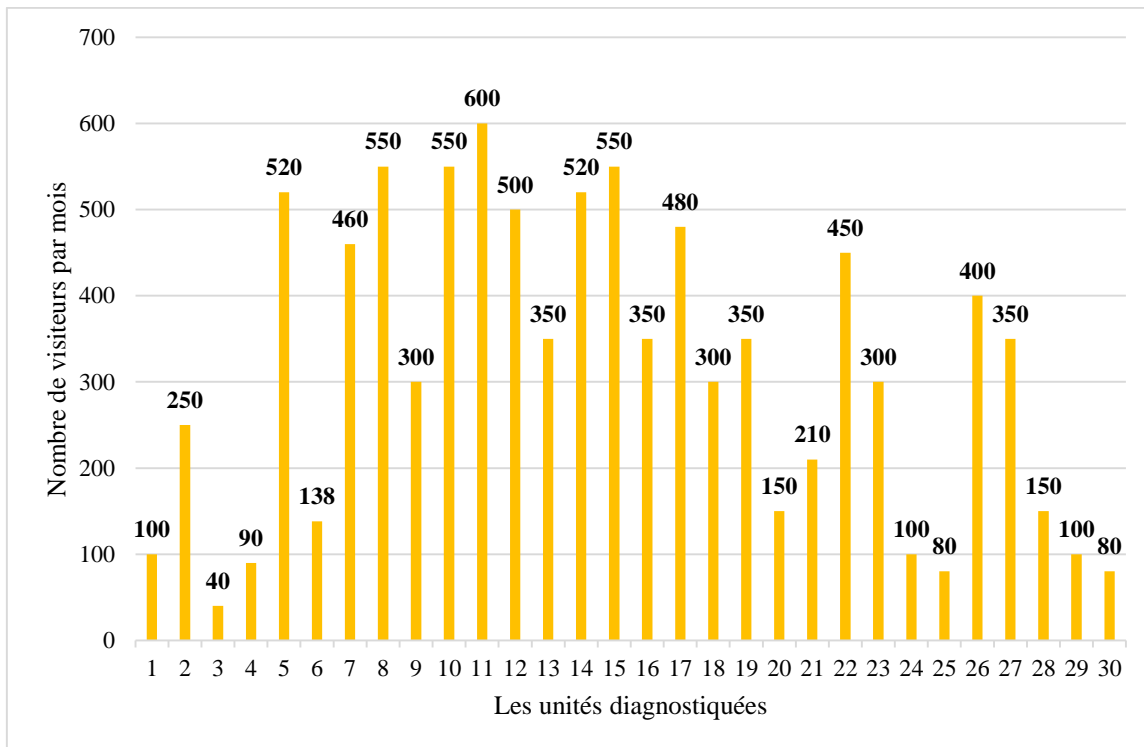


Figure 102 : Fréquentation mensuelle moyenne par unité touristique

Au cours de l'année, le nombre de visiteurs varie significativement selon les saisons. En effet, la haute saison est la période de Mars-Avril-Mai, et la basse saison est pendant les mois de Décembre, Janvier, Février, Aout (Figure 103).

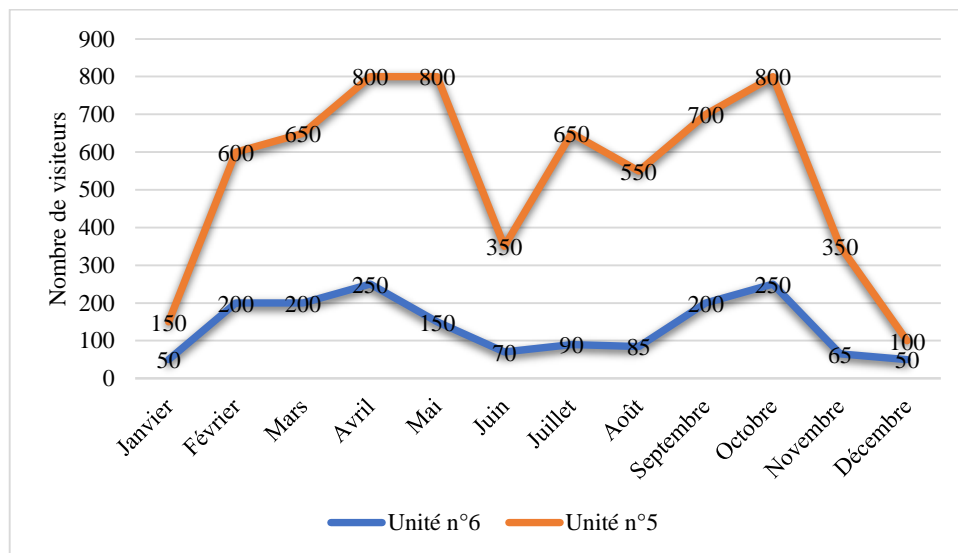


Figure 103 : Variation intra-annuelle du nombre de visiteurs des unités 5 et 6

VIII.4 Approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine

L'approvisionnement en eau potable se fait principalement par pompage des eaux souterraines ou par pompage des eaux superficielles pour les sites se situant à proximité de l'oued Dadès. L'eau est utilisée sans aucun traitement préalable.

Les différents modes d’approvisionnement en eau dans les unités touristiques diagnostiquées sont :

- Le réseau de la commune rurale de ASJS : uniquement pour le village Ait Idir ;
- Des réseaux d’eau potable gérés par les associations locales. Il se peut que certaines unités adoptent un mode d’alimentation supplémentaire à celui-ci notamment un approvisionnement à travers un pompage d’eau d’un puits individuel ou de l’oued ;
- Un puits individuel desservant un château d’eau situé en hauteur à proximité de l’hôtel ;
- Pompage de l’eau à partir de l’oued Dadès ;
- Des camions-citernes à eau, utilisés essentiellement pour alimenter les sites les plus hauts en altitude vu la non disponibilité des sources d’alimentation en eau (nappe d’eau très profonde).

La Figure 104 présente la répartition des modes d’approvisionnement en eau pour les unités touristiques enquêtées.

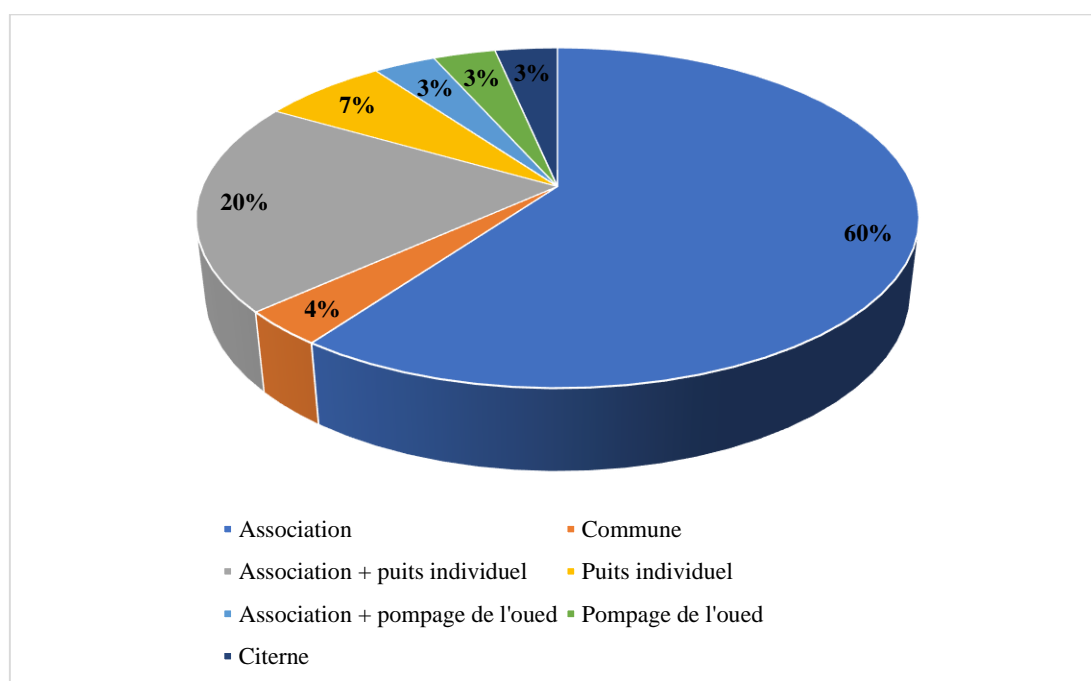


Figure 104 : Modes d’approvisionnement en eau potable pour les unités touristiques enquêtées

Les caractéristiques des ressources en eau pour chaque établissement sont récapitulées dans le Tableau 16. La détermination de la quantité d’eau consommée mensuellement est basé sur la déclaration des personnes enquêtés.

Tableau 16 : Consommation en eau mensuelle des unités touristiques enquêtées

N° de l’unité	Origine de la ressource en eau	Profondeur de puits individuel si existant (m)	Consommation mensuelle d’eau (t/mois)
1	Association		40
2	Association		180

3	Citerne		18
4	Association		25
5	Association + puits individuel	18	300
6	Association + puits individuel	50	85
7	Association		105
8	Association + puits individuel	30	520
9	Association		80
10	Association		80
11	Association + puits individuel	15	320
12	Réseau de la commune		100
13	Association + pompage de l'oued		85
14	Association		29
15	Puits individuel	5	200
16	Association + puits individuel	16	310
17	Association + puits individuel	30	190
18	Pompage de l'oued		200
19	Association		180
20	Association		34
21	Puits individuel	9	35
22	Association		40
23	Association		80
24	Association		55
25	Association		25
26	Association		80
27	Association		50
28	Association		40
29	Association		45
30	Association		40

A noter que les consommations en eau mensuelles peuvent varier selon les saisons (haute et basse saison) et dépendent de l'activité clientèle.

VIII.5 Assainissement liquide

Le système d'assainissement adopté par les unités touristiques est un assainissement individuel, consistant à rejeter les eaux usées typiquement domestiques dans des puits perdus généralement de 3 à 20 m de profondeur (Figure 105). Certaines unités disposent des fosses septiques (Figure 106) ou des cuves non compartimentées de décantation qui assurent un prétraitement des effluents avant leur rejet dans le milieu naturel. Toutes les unités sont dotées des toilettes modernes à chasse d'eau mécanique et des toilettes turques à chasse manuelle. D'après les enquêtes menées, les toilettes ne rencontrent aucun problème de fonctionnement, l'entretien se fait d'une façon régulière au moyen de l'eau et des produits de nettoyage. Aucune mauvaise odeur n'a été sentie au voisinage des points de rejets des eaux usées des établissements.



Figure 105 : Emplacement du puits perdu pour l'unité n°6



Figure 106 : Emplacement de la fosse septique pour l'unité n°5

Quand un puits perdu est rempli, il est généralement abandonné et remplacé par un nouveau. La vidange n'est alors adoptée que par 13% des unités vu son coût élevé (Figure 107). Cette opération peut être assurée soit par le gérant de l'hôtel en utilisant une pompe louée et en rejetant les boues résultantes dans un espace sauvage (cas de l'unité 25), soit en faisant appel à une entreprise (cas de l'unité 2) ou soit par la municipalité de Boumalne Dadès chargée de la vidange et du transport des boues vers la décharge communale (cas des unités 5 et 10).

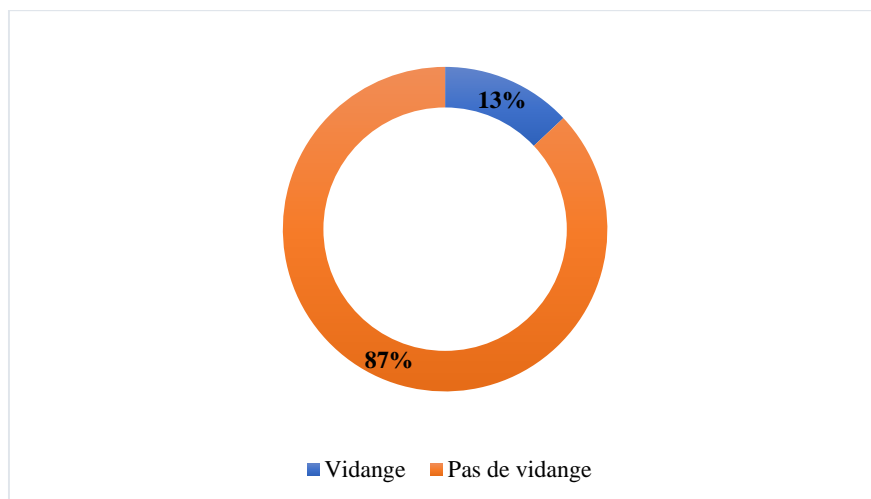


Figure 107 : Proportion des unités touristiques adoptant la vidange

Le rejet des eaux usées directement vers le puits perdu est une source de pollution des eaux souterraines vu l'infiltration des eaux brutes dans la nappe, utilisée généralement pour l'approvisionnement en eau potable de l'unité elle-même. En outre, les unités touristiques peuvent rejeter les eaux usées dans le milieu naturel d'une manière sauvage, surtout en période

de haute activité clientèle, ce qui engendre une pollution des eaux de surface. Ceci a été constaté lors de nos sorties près de l’oued Dadès où nous avons détecté des conduites d’évacuation des eaux usées allant des unités directement vers l’oued (Figure 108 et Figure 109). Nous avons pu valider ce constat par le témoignage de plusieurs personnes.



Figure 108 : Emplacement du canal d’évacuation des eaux usées d’une unité touristique directement dans Oued Dadès - Village Ait Oufi- Commune ASJS



Figure 109 : Pollution de l’Oued Dadès au niveau de l’emplacement de la conduite d’évacuation des eaux usées d’une unité touristique

Le Tableau 17 récapitule les caractéristiques des systèmes d’évacuation des eaux usées des différentes unités touristiques.

Tableau 17 : Caractéristiques des systèmes d’évacuation des eaux usées par les unités touristiques enquêtées

N° de l’unité	Type de système d’évacuation des eaux usées	Nombre de points de rejet	Profondeur point de rejet (m)	Vidange du système			REUT ?	Séparation EG-EN ?
				Oui/Non	Si oui, avec quelle fréquence ?	Responsable du vidange		
1	Puits perdu	1	6	Non	-	-	Non	Non
2	Puits perdu	3	13	Oui	2 fois par an	Entreprise à Boumalne-Dadès	Non	Oui
3	Puits perdu	1	9	Non	-	-	Non	Non
4	Puits perdu	4	4	Non	-	-	Non	Non
5	Puits perdu	2	3	Oui	1 fois par an	Municipalité de	Non	Non

						Boumalne-Dadès		
6	Puits perdu	2	3	Non	-	-	Non	Non
7	Cuve de décantation	1	5	Non	-	-	Non	Non
8	Puits perdu	2	20	Non	-	-	Non	Non
9	Puits perdu	2	12	Non	-	-	Non	Oui
10	Puits perdu	2	5	Oui	3 fois par an	Municipalité de Boumalne-Dadès	Non	Oui
11	Puits perdu	1	15	Non	-	-	Non	Non
12	Puits perdu précédé d'une cuve en béton pour décantation	1	Puits perdu : 10 La cuve : 1.5	Non	-	-	Non	Non
13	Puits perdu	1	7	Non	-	-	Non	Non
14	Puits perdu	1	25	Non	-	-	Non	Non
15	Fosse septique	1	2.5	Non	-	-	Non	Non
16	Puits perdu	3	5	Non	-	-	Non	Oui
17	Puits perdu	2	7	Non	-	-	Non	Non
18	Puits perdu	1	5	Non	-	-	Non	Non
19	Puits perdu	1	17	Non	-	-	Non	Non
20	Puits perdu	1	3	Non	-	-	Non	Non
21	Puits perdu	1	10	Non	-	-	Non	Non
22	Puits perdu	1	17	Non	-	-	Non	Non
23	Puits perdu	1	15	Non	-	-	Non	Non
24	Puits perdu	1	16	Non	-	-	Non	Non
25	Puits perdu	1	20	Oui	Une fois depuis 1997	Pompage des boues par le propriétaire de l'unité	Non	Non
26	Puits perdu	2	17	Non	-	-	Non	Non
27	Puits perdu	4	12	Non	-	-	Non	Non
28	Puits perdu	1	7	Non	-	-	Non	Non
29	Puits perdu	1	4	Non	-	-	Non	Non
30	Puits perdu	1	4	Non	-	-	Non	Non

Sur les 30 unités touristiques enquêtées, il n'y a que 13% qui adoptent une séparation des eaux noires/eaux grises. Cette séparation, comme il nous a été expliqué, ne permet pas un remplissage rapide des puits d'où la non nécessité de faire leur vidange à une haute fréquence.

La profondeur des puits perdus est importante par rapport à la profondeur des eaux souterraines :

- Pour l'établissement n°11, le puit perdu et le puits individuel de l'eau potable ont la même profondeur de 15 m ;
- Pour l'établissement n°21, la profondeur du puit perdu (10m) dépasse celle du puits d'alimentation en eau potable (9m).

La totalité des unités touristiques diagnostiquées ne disposent pas de technologies de traitement appropriées des eaux usées et des boues de vidange afin de les rendre conformes aux normes de rejet fixées par voie réglementaire.

VIII.6 Gestion des eaux pluviales

Pour l'ensemble des unités enquêtées, il y a une absence des systèmes de gestion et de collecte des eaux pluviales. Ces eaux sont directement rejetées à l'extérieur de l'unité par des conduites d'évacuation (Figure 110).

Les propriétaires estiment qu'il n'y a pas un réel besoin de collecte des eaux pluviales.



Figure 110 : Conduite d'évacuation des eaux pluviales sur toiture d'une unité touristique – Village Ait Idir – Commune ASJS

VIII.7 Nuisances liées à l'état actuel de l'assainissement des unités touristiques

Le diagnostic de la situation actuelle de l'assainissement des unités touristiques a permis de relever les nuisances suivantes :

Nuisances sur le milieu physique

- Les ressources en eaux souterraines : le rejet direct des eaux usées vers les puits perdus constitue une source de pollution des eaux souterraines, suite à l'infiltration des eaux brutes dans la nappe.
- Les ressources en eaux superficielles : la majorité des unités touristiques prévoit une canalisation d'évacuation des eaux usées directement vers l'Oued de Dadès, en

période de haute saison. Ce rejet superficiel engendre une pollution des eaux de surface, utilisées par la suite pour les besoins de la population.

- L'air : lors des visites des unités touristiques et de la partie de l'oued à leur proximité, des mauvaises odeurs ont été ressenties au niveau des points de rejet direct des eaux usées vers l'oued.
- Le paysage : les unités touristiques ont recours aux puits perdus enterrés pour l'élimination des eaux usées. L'impact sur le paysage est minime.

Nuisances sur le milieu biologique (faune et flore)

Au niveau des points de rejet des eaux usées dans l'oued de Dadès, il y a prolifération des insectes et développement d'un couvert végétal.

Nuisances sur la santé publique

Le risque sanitaire des eaux usées, chargées des polluants chimiques et microbiologiques, peut être matérialisé par le contact direct avec les eaux usées et boues de vidange lors des opérations d'entretien et maintenance, la pratique de la lessive au niveau de l'oued et la consommation des eaux de l'oued contaminées par les eaux usées.

Nuisances sur l'activité économique

- A court terme : la gestion des eaux usées présente une charge supplémentaire pour les propriétaires des unités touristiques ;
- A moyen et long terme : l'impact des eaux usées sera important. En effet, il y aura une détérioration de l'activité touristique suite à la pollution du milieu naturel et l'exposition des touristes aux risques de contamination ; la dégradation de l'aspect visuel de l'espace des unités touristiques et la dévalorisation du patrimoine physique de la vallée de Dadès.

VIII.8 Conclusion

L'analyse de la situation actuelle de la gestion des eaux usées par les établissements touristiques étudiées montre que la vallée de Dadès est actuellement menacée par un manque d'assainissement. Le rejet à l'air libre des déchets liquides et solides sans aucun traitement préalable est considéré comme une source de pollution qui dégrade la quantité et la qualité des ressources hydriques souterraines et superficielles.

Le système d'assainissement adopté par les unités touristiques est un assainissement individuel qui consiste à rejeter les eaux usées dans des puits perdus. Lorsque le puits perdu est rempli, il est généralement abandonné et remplacé par un nouveau puits. En haute saison, la majorité des sites touristiques a recours à l'évacuation des eaux usées directement dans l'oued de Dadès, sans aucun traitement au préalable. En ce qui concerne la séparation des eaux grises et eaux noires, elle n'est adoptée que par 13% des sites enquêtés et consiste à acheminer les eaux grises vers un puits et les eaux noires vers un autre. Aucune unité touristique enquêtée n'a recours à la réutilisation des eaux usées.

Les conséquences de cette situation déficitaire de l'assainissement sont multiples, et se manifestent sur plusieurs domaines, à savoir la contribution à la propagation des maladies hydriques, la contamination des eaux superficielles et souterraines et à la dégradation du paysage des villages. Il est donc absolument nécessaire de prendre des mesures de protection de l'environnement et d'apporter des solutions adéquates aux différentes menaces afin de préserver les ressources naturelles dont jouit la vallée et sauvegarder son originalité.

Chapitre IX : Choix et conception d'une solution d'assainissement adaptée pour un établissement touristique de la zone d'étude

IX.1 Introduction

Suite au diagnostic de la situation d'assainissement des unités touristiques de la vallée de Dadès, le constat est qu'il y a absence de traitement et réutilisation des eaux usées : le système d'assainissement consiste en un puits perdu ou le rejet direct dans l'Oued. Il est nécessaire alors d'adopter des pilotes pour les eaux usées afin de limiter la pollution du milieu naturel et conserver l'attractivité touristique de cette zone.

Ce chapitre présente :

- Les étapes et critères de choix du site touristique et de la technologie du pilote à mettre en place ;
- La conception et dimensionnement du pilote ;
- Calculs de la réutilisation des eaux usées issues du pilote ;
- L'estimation du coût d'implémentation du pilote ;
- Les mesures d'accompagnement et perspectives pour les autres unités touristiques de la vallée de Dadès.

IX.2 Choix de la filière d'assainissement

Deux types de filières d'assainissement peuvent être adoptés au niveau de la zone d'étude pour les unités touristiques, soit :

- Un assainissement semi collectif pour un groupement d'unités touristiques ;
- Un assainissement individuel pour une seule unité touristique.

Assainissement semi collectif

En se basant sur les enquêtes, les groupes de discussions et les visites sur terrain, 10 unités touristiques groupées ont été favorables à l'implantation d'un pilote collectif, permettant de traiter leurs eaux usées. Ces unités se trouvent au niveau du village Ait Oufi de la commune ASJS (Figure 111).

Pour le terrain de mise en place du pilote, un des propriétaires est prêt à confier un de ses propres terrains pour la mise en place du système. Les dimensions de cet espace sont de 23m x 8m comme est présenté la Figure 112.

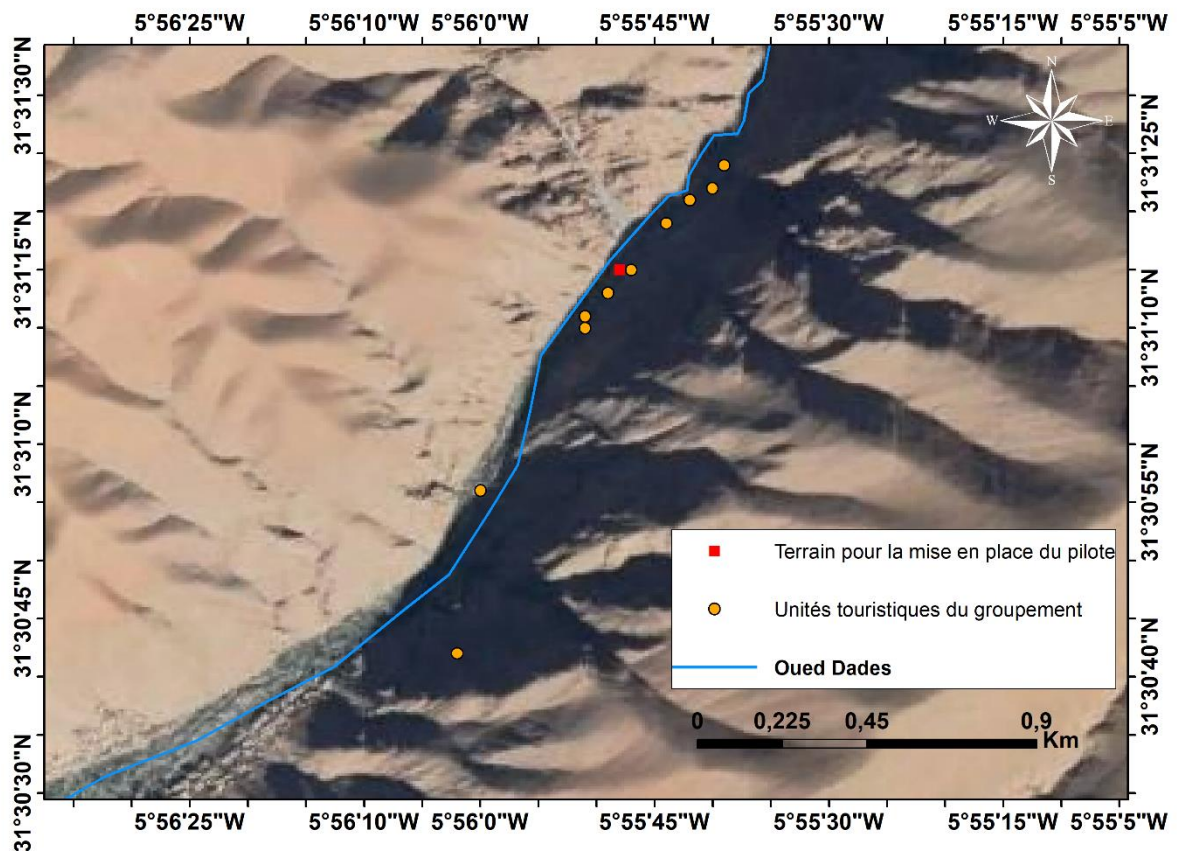


Figure 111 : Situation géographique du groupement des unités touristiques pour la filière d'assainissement semi collectif – Village Ait Oufi – Commune ASJS



Figure 112: Espace pour la mise en place du pilote - Village Ait Oufi - Commune ASJS

Le problème rencontré pour cette filière d'assainissement est l'acceptabilité sociale. En effet, l'espace se trouve entre deux campings dont les propriétaires ont refusé la mise en place du pilote. Leur soucis était par rapport aux risques de nuisances olfactives et visuelles.

Assainissement autonome

Cette filière concerne la mise en place d'un pilote pour une unité touristique au niveau de la vallée de Dadès.

IX.3 Choix d'une unité touristique pour la mise en place du pilote

Le choix d'une unité touristique pour la mise en place du pilote s'est basé sur les critères suivants :

Acceptabilité par le propriétaire : Sur les 30 unités enquêtées, 15 sont favorables à l'adoption d'un assainissement individuel ;

Usage final des produits sortants : les 15 unités favorables à la mise en place du pilote disposent d'un jardin pouvant être irrigué par les eaux usées ;

Espace disponible : sur les 15 unités, il existe 2 unités ayant un espace disponible et dont les propriétaires sont prêts à le réserver pour la mise en place du pilote ;

Proximité : l'espace disponible pour le pilote au niveau de l'unité n°6 est très proche du site touristique.

Accessibilité : l'unité touristique n°6 est accessible et les camions vidangeurs peuvent y accéder régulièrement.

Existence d'un système d'irrigation localisée : l'unité n°6 dispose d'un système d'irrigation localisée au niveau du jardin (Figure 114).

L'unité choisie pour la conception du pilote est l'unité touristique n°6 (Figure 113), se trouvant au village Ait Oufi de la commune ASJS, avec un espace disponible de 32 m² (Figure 115).



Figure 113 : Unité n°6 choisie pour la mise en place du pilote – Village Ait Oufi – Commune ASJS



Figure 114 : Système d'irrigation localisée au niveau du jardin de l'unité n°6



Figure 115 : Espace disponible pour la mise en place du pilote au niveau de l'unité touristique n°6

IX.4 Choix de la technologie du pilote

IX.4.1 Critères de choix

Le choix de la technologie du pilote s'est basé sur deux types de critères, comme est présenté sur la Figure 116.

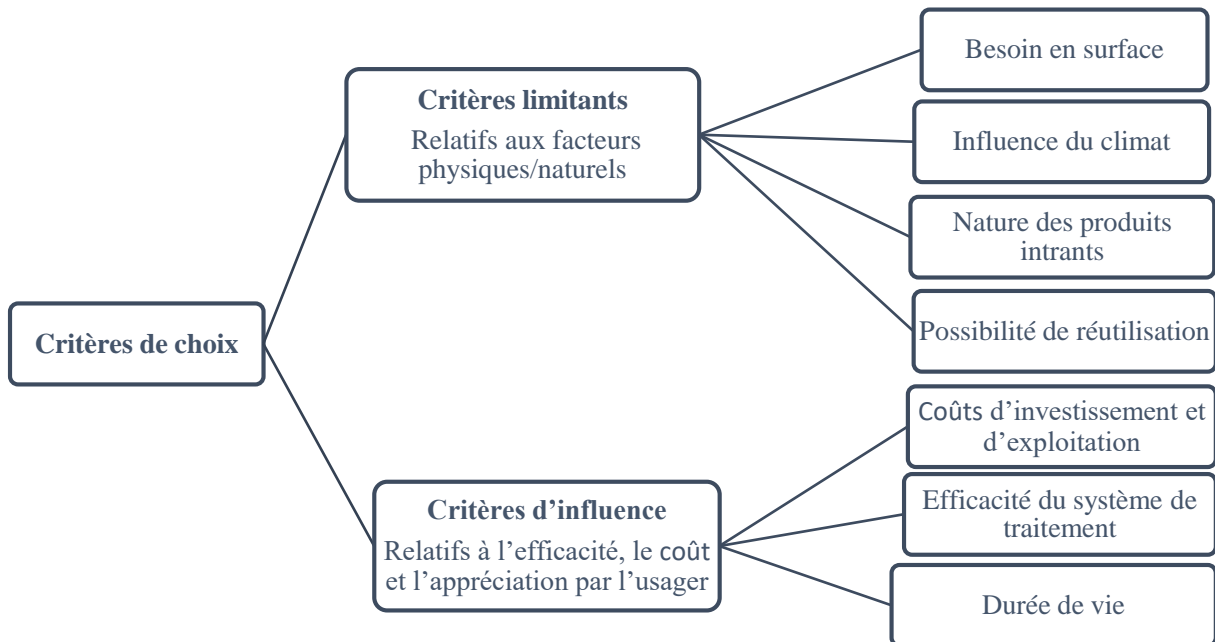


Figure 116 : Critères de choix utilisés pour le choix de la technologie de traitement

Critères limitants

– *Besoin en surface*

Le besoin en surface indique l’empreinte spatiale nécessaire pour l’implantation de la technologie. Ce facteur est limitant dans certains cas. Dans le cas d’une technologie enterrée, l’espace au-dessus peut être potentiellement utilisé à d’autres fins.

– *Influence du climat*

Le climat (température et pluviométrie) intervient comme un facteur prépondérant dans le choix d’une technologie de traitement, puisqu’il existe des techniques qui sont avantageuses dans les zones arides, comme il existe d’autres qui sont très sensibles à l’aridité.

– *Nature des produits intrants*

Il faut tenir compte, lors de la sélection d’une technologie, des produits intrants et vérifier ainsi leur disponibilité.

– *Possibilité de réutilisation*

Certaines technologies de traitement produisent des eaux usées traitées ou des boues de vidange qui peuvent être valorisées.

Critères d’influence

– *Coûts et bénéfices*

Avant de s’engager à adopter une technologie de traitement, il est essentiel d’estimer les coûts associés à sa construction, son fonctionnement et son entretien, de mesurer les problèmes ou risques possibles, et déterminer les potentiels avantages apportés.

– *Efficacité de la technologie*

L’efficacité d’une technologie de traitement est le niveau de traitement obtenu pour les effluents en aval.

– *Durée de vie*

La durée de vie des technologies est un critère crucial, cependant et dans certains cas, les techniques ayant la plus longue durée de vie possible pourront avoir des coûts d’investissement et/ou d’entretien élevés insupportables par les usagers. Dans certaines configurations, les ouvrages techniques à faible durée de vie mais en adéquation avec la demande des usagers sont adoptés.

IX.4.2 Démarche de choix de la technologie de traitement

L’approche du choix de la technologie de traitement s’est basée en premier lieu sur la capacité de supervision du pilote. En effet, un pilote de traitement est conçu pour fonctionner tous les jours avec l’efficacité requise. En se basant sur les résultats du diagnostic des pilotes existants au niveau du village Ait Idir, l’un des problèmes majeurs constaté est l’absence de l’entretien et la supervision pour assurer le fonctionnement correct. Pour éviter cela, des technologies nécessitant un entretien élevé ont été éliminées dès le début de la démarche :

- Réacteur anaérobie à lit de boues à flux ascendant UASB : nécessité d’un technicien qualifié avec deux heures par jour de travail pour la conduite du réacteur (GIZ, 2020) ;
- Filtre non planté : nécessité de la formation des propriétaires ou du personnel local pour la gestion du système et avertissement des risques (GIZ, 2020) ;
- Réacteur biologique séquentiel SBR : nécessité d’un haut niveau de technicité et d’une présence quotidienne sur site (Etienne, 2009).

Par la suite, la démarche de sélection adoptée est la suivante :

- La première étape de la démarche consiste à la mise à l'écart des technologies qui ne peuvent pas être adoptées en raison des conditions structurelles, physiques et naturelles caractérisant l'unité touristique. Cette élimination se base sur les critères limitants ;
- La deuxième étape prend en considération l'avis et les appréciations du propriétaire du site touristique pour aboutir à la fin à un système qui lui correspond. Cette étape se base essentiellement sur les critères d'influence.

En se basant sur les critères limitants, les technologies suivantes ont été éliminées suite aux raisons mentionnées sur le Tableau 18.

Tableau 18 : Raisons d'élimination des technologies non adaptées à l'unité touristique choisie

Technologie éliminée	Raisons d'élimination
<i>Fosse septique</i>	– Pas de valorisation des sous-produits
<i>Filtre planté</i>	– Absence d'études bien élaborées au niveau national sur les plantes performantes adaptées aux milieux oasien et présaharien ; – Pertes d'eau importantes contraignantes à la réutilisation à cause de la demande climatique élevée dans les zones arides ; – Nécessité d'un prétraitement des eaux usées introduites dans le système afin d'éviter le colmatage ; – Espace requis important.
<i>Digesteur classique</i>	– Nécessité d'un effluent d'élevage pour le fonctionnement
<i>Lagunage naturel</i>	– Espace requis élevé ; – Risque des nuisances olfactives et prolifération des moustiques.
<i>RAFADE</i>	– Espace requis élevé

La solution préconisée pour l'unité touristique choisie comporte, de l'amont vers l'aval, les composantes suivantes :

- Un dégrilleur : permettant d'éliminer les solides inertes, tels que les déchets d'emballages ou le sable pour éviter l'obstruction ou l'accumulation de matières non digérables qui diminuent le volume de matières pouvant subir le traitement ;
- Le Réacteur Anaérobie Compartimenté : il est adapté à tous types d'eaux usées et présente les atouts suivants :
 - Il nécessite un espace limité ;
 - Il permet une réutilisation des eaux usées traitées ;
 - Les principales opérations d'entretien et maintenance consistent à vidanger les boues de la fosse une fois tous les 1 à 3 ans;
 - Les coûts d'investissement d'un RAC sont moyens et les coûts opérationnels sont faibles : les coûts de construction et d'entretien sont généralement faibles selon la qualification de la main d'œuvre locale et de la disponibilité des matériaux ;
 - Les performances d'épuration tournent autour 65 à 90 % de réduction de DCO et 70 à 95 % pour la DBO5.

- Un bassin de stockage des eaux usées traitées ;
- Une composante de valorisation à l’aval : un système d’irrigation localisé est déjà disponible au niveau du jardin de l’unité touristique.

Dans ce qui suit, seule la composante de traitement (RAC) va être dimensionnée.

IX.5 Conception et dimensionnement du RAC

IX.5.1 Rappel du principe de fonctionnement du Réacteur Anaérobie Compartimenté RAC

Il s’agit d’un système qui consiste en une série de réservoirs reliés par des chicanes. Ces chicanes verticales forcent les eaux usées à diffuser à travers des lits de boues actives. Ce contact intime entre les eaux usées et les agents biologiques contenus dans les boues permet la retenue et la digestion anaérobie des matières organiques dissoutes et en suspension de manière performante. Le décanteur en tête empêche les particules solides les plus grosses d’entrer dans les compartiments successifs.

IX.5.2 Principe de conception et de dimensionnement d’un RAC classique

Paramètres de base

Le dimensionnement et la conception d’un RAC doivent tenir compte d’un nombre de paramètres représentés sur le Tableau 19.

Tableau 19 : Paramètres de dimensionnement d'un RAC ((Programme AGIRE GIZ, 2020)

Débit d'alimentation Q	La détermination du débit journalier se base sur l’estimation du nombre de personnes et sa conversion en nombre d’équivalents habitants (EH) en fonction de la dotation.
Temps de rétention hydraulique TRH	Temps que les eaux usées passeront dans l’installation. Il dépend du type d’eaux usées à traiter et de la température.
Volume hydraulique du réacteur V	Volume minimum nécessaire pour que le réservoir puisse gérer le flux entrant d’eaux usées.
Temps de rétention du solide TRS	Les bactéries poussent sur des surfaces fixes à l’intérieur du RAC, ceci permet à la phase solide de rester plus longtemps dans le réacteur que la phase liquide, et par conséquent le TRS sera très élevé.
Vitesse ascensionnelle	Vitesse à laquelle les eaux usées mobilisent les boues de chaque compartiment. Sur la base d’un temps de rétention hydraulique donné, la vitesse du flux ascendant augmente de manière proportionnelle à la hauteur du réacteur.
Nombre de compartiments	Le nombre de compartiments affecte la vitesse interne du liquide dans le réacteur, et ainsi la capacité de rétention des solides de chaque compartiment. Ces compartiments effectuent une digestion anaérobie des composants solubles et en suspension. Au-delà de quatre compartiments, la quantité de biomasse active a tendance à diminuer de l’entrée à la sortie du réacteur.

Concepts généraux de la conception et du dimensionnement d’un RAC

- Le RAC débute toujours par une enceinte de décantation pour les solides volumineux et les impuretés, suivie de plusieurs compartiments à flux ascendant montés en série ;

- L'entrée des eaux usées dans le digesteur doit se faire de manière la mieux répartie possible sur l'ensemble de la surface au sol. Ceci est obtenu par des compartiments relativement courts (longueur < 50 à 60% de la hauteur) ;
- Le facteur limitant dans la conception est la vitesse du flux remontant, qui ne doit pas excéder 0,6 m/h dans les chambres du digesteur. La vitesse du flux remontant augmente proportionnellement à la hauteur totale de l'ouvrage, à temps de rétention hydraulique constant ;
- Les performances du RAC dépendent du temps hydraulique de rétention (Figure 117);
- L'efficacité du traitement augmente toujours avec le nombre de compartiments (Figure 118) ;
- Il faut prendre en compte l'influence de la température, même si elle est moins forte que pour d'autres réacteurs anaérobies (Figure 119) ;
- Des eaux usées trop diluées ne produisent pas assez de boue pour assurer un contact intensif entre les bactéries et les eaux usées entrantes (Figure 120) ;
- Il faut prévenir une surcharge organique éventuelle due à l'entrée des eaux usées très concentrées (Figure 121).

Les abaques suivants représentent l'influence des paramètres cités sur la performance épuratoire des RAC (Sasse, 1998). Ces abaques donnent les facteurs de performances du RAC, insérés par la suite dans la feuille de calcul de dimensionnement (Tableau 25). Par exemple pour la Figure 117, si le temps de rétention dans le RAC est de 25 jours, le facteur f-TRH est pris égal à 1. De même pour la Figure 118, pour un RAC de 8 compartiments, le facteur f-nombre est égal à 1,2.

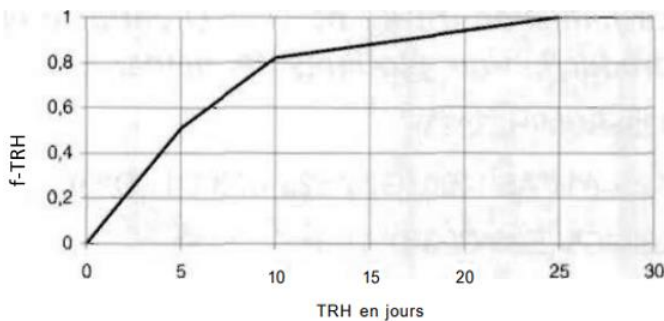


Figure 117 : Abattement de la DBO par rapport au TRH dans le RAC

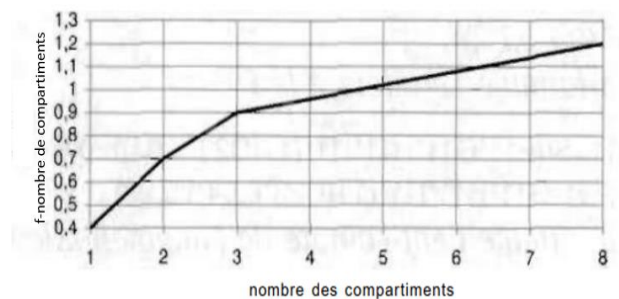


Figure 118 : Effet du nombre des compartiments sur le taux d'abattement de la DBO dans le RAC

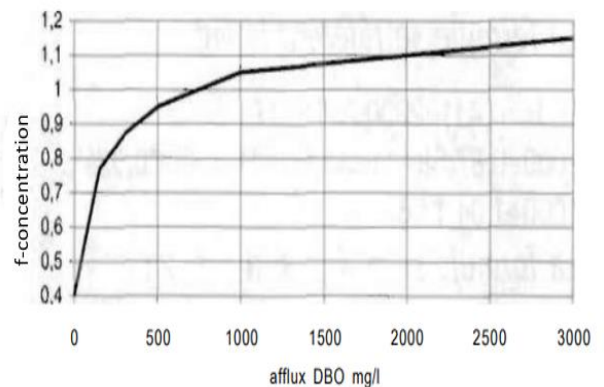
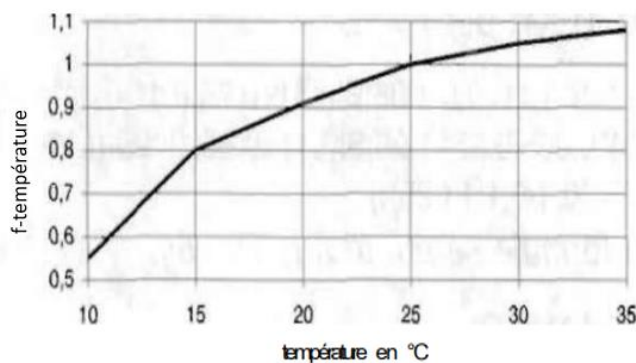


Figure 119 : Effet de la température sur le taux d'abattement de la DBO dans le RAC

Figure 120 : Abattement de la DBO par rapport à la concentration du RAC

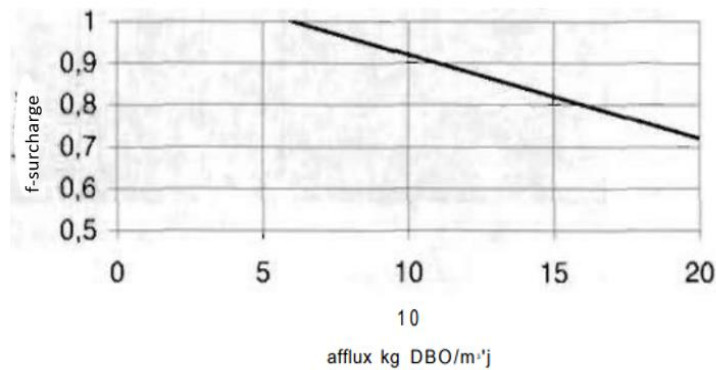


Figure 121 : Abattement de la DBO dans le cas de surcharge organique dans le RAC

- La période de maturation est de 3 mois. Il est possible d’avoir recours à une inoculation avec des boues d'une fosse septique pour atteindre plus rapidement de bonnes performances de traitement ;
- Les boues doivent être évacuées régulièrement, tout en gardant une partie des boues actives dans chacun des compartiments afin de maintenir un traitement régulier et stable ;
- Pour conserver les flottants formés dans les chambres, les sorties de chaque cuve ainsi que la sortie finale doivent être placées légèrement en dessous de la surface des eaux traitées.

Principe des calculs du dimensionnement du RAC

Les calculs de dimensionnement du RAC classique se basent sur une feuille de calcul élaborée sur les recommandations du manuel de Sasse L. « Systèmes Décentralisés de Traitement des Eaux Usées dans les Pays en Voie de Développement » (Sasse, 1998).

Le principe des calculs est comme suit (Programme AGIRE GIZ, 2020) :

- Introduction des valeurs de références et contraintes de minimum et maximum à respecter pour certains paramètres :
 - Flux journalier des eaux usées calculé sur la base de la dotation en eau ;
 - Période de réception des eaux usées = 12 ou 24 heures ;
 - TRH : minimum 1,5 heures ;
 - Rapport des solides en suspension sur la DCO contenue = 0,4 ;
 - Température la plus basse dans le système ;
 - Intervalle d’évacuation des boues : de 24 mois à 48 mois ;
 - Vitesse ascensionnelle des eaux dans les chambres du digesteur : maximum de 0,6 m/h.
- Intégration des données de base concernant la qualité des eaux usées brutes, les paramètres environnementaux et les conditions d’exploitations ;
- Calcul par le tableur des résultats concernant la cuve de décantation ;
- Choix des paramètres de dimensionnement de la partie de digestion du RAC par le concepteur ;
- Simulation du dimensionnement du digesteur du RAC par le tableur ;

- Etablissement de la configuration finale de la partie digesteur du RAC suite à une évaluation et adaptation des résultats ;
- Calcul des résultats finaux du dimensionnement du digesteur ainsi que les charges de DCO en sortie et la production de Biogaz par le tableur.

Afin de faciliter l'usage et la lecture de la feuille de calcul, le Tableau 20 présente la signification du format des cellules.

Tableau 20 : Signification du format des cellules de la feuille de calcul RAC classique

Format de la cellule	Signification
1	Valeurs introduites par le concepteur, il existe deux types : <ul style="list-style-type: none"> – Valeurs données : informations qui représentent une réalité donnée, comme le volume des eaux usées ou leur charge organique ; – Valeurs choisies : contiennent des informations qui peuvent être modifiées de manière à optimiser la conception comme l'intervalle entre les curages des boues.
2,068	Valeurs de sortie calculées par des formules.
1.5 h	Valeurs guides donnant une indication sur les valeurs usuelles, ou indiquent des limites à respecter.

Les formules de calcul sont données en Annexe 7.

IX.5.3 Dimensionnement du RAC pour l'unité touristique choisie

Calcul du nombre d'équivalent habitant

Le calcul du nombre d'équivalent habitant permet d'estimer la pollution moyenne rejetée par un habitant et par jour. Il est utilisé pour le dimensionnement de la capacité de traitement des systèmes d'épuration des eaux usées.

Le calcul du nombre EH s'est basé sur le Tableau 21 des ratios du nombre d'EH pour les établissements publics élaborés par France Industries Assainissement FIA (FIA, 2021).

Tableau 21 : Nombre d'équivalent habitant pour les bâtiments publics (FIA, 2021)

Bâtiment ou complexe	Nombre d'équivalent habitant
Usine, atelier, magasin, bureaux	1 employé = 1/3 EH sans possibilité de restauration 1 employé = 1/2 EH si possibilité de restauration
Ecole type externat*	1 élève = 1/3 EH sans possibilité de restauration 1 élève = 1/2 EH si possibilité de restauration
Ecole type internat*	1 élève = 1 EH
Hôtel, pension*	1 lit simple = 1/2 EH sans possibilité de restauration 1 lit simple = 1 EH si possibilité de restauration
Camping – emplacement tente	1 emplacement = 2 EH
Camping – emplacement mobil home	1 emplacement = 3 à 4 EH

Restaurant*	1 couvert servi = ¼ EH
Théâtre, cinéma, salle de fêtes*	1 place = 0,05 EH sans possibilité de restauration 1 place = 1/3 EH si possibilité de restauration
Hôpital, centre spécifique de soins*	1 lit = 2 EH
*Pour les bâtiments ou complexes annotés d'un astérisque, le nombre d'EH calculé d'après le tableau est augmenté de ½ EH par membre de personnel attaché à l'établissement.	

L'unité touristique à dimensionner comporte 15 lits, c'est-à-dire une capacité d'accueil de 15 personnes, et 2 employés avec possibilité de restauration. Le nombre d'EH est alors de **16 EH**. A noter que le nombre d'EH calculé présente la capacité d'accueil journalière maximale qui n'est atteinte que durant la haute saison.

Calcul du volume des eaux usées produites

La dotation en eau par EH et par jour est prise égale à 100 l/EH/j d'après le manuel «Guide du réacteur anaérobie compartimenté et ses variantes : dimensionnement, construction et entretien» élaboré dans le cadre du Programme AGIRE.

Le taux de restitution conventionnel dans le milieu rural est de 80%. Pour le dimensionnement, le taux de restitution a été pris 100%, afin de prendre en compte les imprévues et aussi la possibilité d'extension de l'unité touristique. La production des eaux usées est alors de 1,6 m³/jour.

Calcul de la charge polluante

En raison de l'absence d'un réseau d'assainissement permettant une typologie des eaux usées domestiques des localités rurales marocaines, et en prenant en considération la nature domestiques des rejets des établissements touristiques diagnostiquées, les ratios unitaires des charges polluantes établis par le Schéma Directeur National d'Assainissement Liquide (SNDAL) pour les agglomérations de taille inférieures à 20.000 habitants ont été adoptées pour le dimensionnement (Tableau 22).

Tableau 22 : Charges polluantes en milieu rural d'1 EH (SDNAL, 2015)

Paramètre (g/hab/j)	Année 2015
DBO ₅	30
DCO	61
MES	46
MO	43
NTK	11
P total	2

Le Tableau 23 présente les résultats du calcul de la charge polluante.

Tableau 23 : Calcul du débit d'eaux usées produit et de la charge polluante

EH	DBO ₅ par utilisateur	Dotation	Rapport DCO/DBO ₅	Débit d'eau usée par jour	Concentration de DBO ₅	Concentration de DCO
donné	donné	donné	donné	calculé	calculé	calculé
nombre	g/hab/j	l/hab/j	mg/l / mg/l	m ³ /jour	mg/l	mg/l
16	30	100	2,03	1,6	300	610

Choix de la configuration du RAC

Il existe deux possibilités de conception du RAC, soit :

- Un RAC dimensionné pour 16 EH, c'est-à-dire à capacité maximale ;
- Un RAC modulaire : à deux modules de 8 EH chacun.

Pour le cas de l'unité touristique n°6, la configuration modulaire va être adoptée. D'après le diagnostic de l'unité touristique, il existe une fluctuation des flux touristiques, et par conséquent les charges hydrauliques vont connaître des variations saisonnières.

Pour le cas d'un RAC à capacité maximale 16 EH, ces fluctuations vont affecter l'efficacité du traitement, vu qu'elle dépend du maintien de l'écoulement piston permettant de créer un gradient de charge entre les différents compartiments. Ce gradient favorise le développement des bactéries floculantes ayant un indice de sédimentation élevé. Un RAC à capacité maximale va fonctionner alors en sous charge et travaillera comme une fosse septique. C'est pour ces raisons que la configuration adoptée est modulaire.

Le calcul de la charge polluante pour un module de 8EH est présenté sur le Tableau 24.

Tableau 24 : Calcul de la charge polluante pour un module 8EH du RAC

EH	DBO5 par utilisateur	Dotation	Rapport DCO/DBO 5	Débit d'eau usée par jour	Concentration de DBO5	Concentration de DCO
donné	donné	donné	donné	calculé	calculé	calculé
nombre	g/hab/j	l/hab/j	mg/l / mg/l	m3/jour	mg/l	mg/l
8	30	100	2,03	0,8	300	610

Résultats du calcul des dimensions du RAC classique modulaire

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Flux journalier des eaux usées calculé sur la base d'une dotation en eau de 100l/EH/j pour un module du RAC est de 0,8 m³/j ;
- La durée d'alimentation de la fosse est fixée à 12 heures par jour ;
- Des tables de références du SDNAL établissent que la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO5) sont respectivement de 610 mg/l et 300 mg/l (SDNAL, 2015) ;
- Le rapport entre les matières en suspension et la demande chimique en oxygène est fixée à 0,4 ;
- En fonction des conditions de terrain, on considère que la température minimale dans le digesteur est de 20 °C ;
- La vidange sera effectuée tous les 24 mois ;
- Le temps de rétention hydraulique (temps de passage des eaux usées dans le décanteur) sera de 1,5 heures.

Le dimensionnement du réacteur anaérobie compartimenté classique modulaire 8 EH de capacité est donné dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Feuille de dimensionnement du RAC classique modulaire 8 EH

Flux journalier eaux usées	Durée du flux principal	Débit horaire	DCO entrée	DBO5 entrée	Rapport DCO/DBO5	Rapport MES décantables/DCO	Température min dans le digesteur	Intervalle de soutirage des boues	TRH dans décanteur	Abattement de DCO dans le décanteur	
moyen	donné	max.	donné	donné	calculé	donné	donné	choisi	choisi	calculé	
m3/jour	h	m3/h	mg/l	mg/l	ratio	mg/l	°C	mois	h	%	
0,8	12	0,07	610	300	2,03	0,4	20	24	1,5	22%	
						0,35-0,45			1,5 h		
Données de traitement											
Abattement de DBO5 dans le décanteur	Entrée dans le 1er compartiment à flux ascendant		Rapport DCO/DBO après décantation	Facteurs pour le calcul de l'abattement de la DBO						Abattement théorique calculé par des facteurs	DBO sortie
calculé	DCO	DBO5	calculé	calculé après abaques						76%	calculé
%	mg/l	mg/l	mg/l/mg/l	f-surcharge	f-concentration	f-température	f-nombre	f-TRH		appliqué	mg/l
23%	477,83	231,10	2,068	1,00	0,82	0,91	1,02	1,00		76%	54,33
1,060	<= Facteur d'abattement DCO/DBO									Facteur d'abattement DCO/DBO =>	1,056
Dimensions du décanteur					Partie digesteur RAC						
Taux d'abattement total de DBO5	Taux d'abattement total de DCO	DCO sortie	Dimensions internes choisies selon le volume requis		Taux d'accumulation des boues	Longueur du décanteur	Longueur du digesteur	Vitesse ascensionnelle max	Nombre de compartiments à flux ascendant	Profondeur à la sortie du dernier compartiment	
calculé	calculé	calculé	largeur	profondeur	calcul.	calculé	choisi	choisi	choisi	choisi	
%	%	mg/l	m	m	l/g COD	m3	m	m/h	Nbr	m	
82%	78%	137,01	0,5	1	0,004	0,396	0,5	0,5	5	1	
								entre 0.3m/h et 1m/h			
Dimensions du RAC											
Longueur des compartiments doit rester inférieure à 50% de la profondeur		Surface de chaque compartiment	Largeur des compartiments		Vitesse ascensionnelle réelle	Largeur de la gaine descendante	Volume réel de la partie digesteur	Calcul du TRH réel	Charge organique (DBO5)	Biogaz (sup: CH. 70%; 50% dissous)	
calculé	choisi	calculé	calculé	choisi	calculé	choisi	calculé	calculé	calculé	calculé	
m	m	m2	m	m	m/h	m	m3	h	kg/m3*d	m3/d	
0,5	0,4	0,133	0,333	0,4	0,417	0,1	1	28,571	0,370	0,111	
TRH réduit de 5% pour tenir compte des boues											

Récapitulatif des résultats de dimensionnement du RAC classique modulaire 8EH

Le Tableau 26 récapitule les résultats du dimensionnement du RAC classique modulaire 8EH.

Tableau 26 : Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement du RAC classique modulaire 8EH

EH	Débit journalier d'eaux usées (Q_i) (m^3/j)	Performance épuratoire (DBO5)	Largeur du décanteur (m)	Hauteur du décanteur (m)	Longueur du décanteur (m)	Nombre de compartiment à flux ascendant	Hauteur à la sortie (m)	Longueur des compartiments à flux ascendant (m)	Largeur des compartiments à flux ascendant (m)	Surface par compartiment à flux ascendant (m^2)	Volume total des compartiments (m^3)	TRH des compartiments à flux ascendant (h)
8	0,8	82%	0,5	1	0,5	5	1	0,4	0,4	0,13	1	28,6

Remarque : Le volume de biogaz produit apparait comme relativement faible avec $0,11 m^3/jour$. Ceci indique qu'une réutilisation du biogaz produit n'est pas à envisager.

En utilisant AutoCAD, la vue de profil et les coupes A, B, et C ont été tracées, comme est présenté sur les Figure 122 Figure 125.

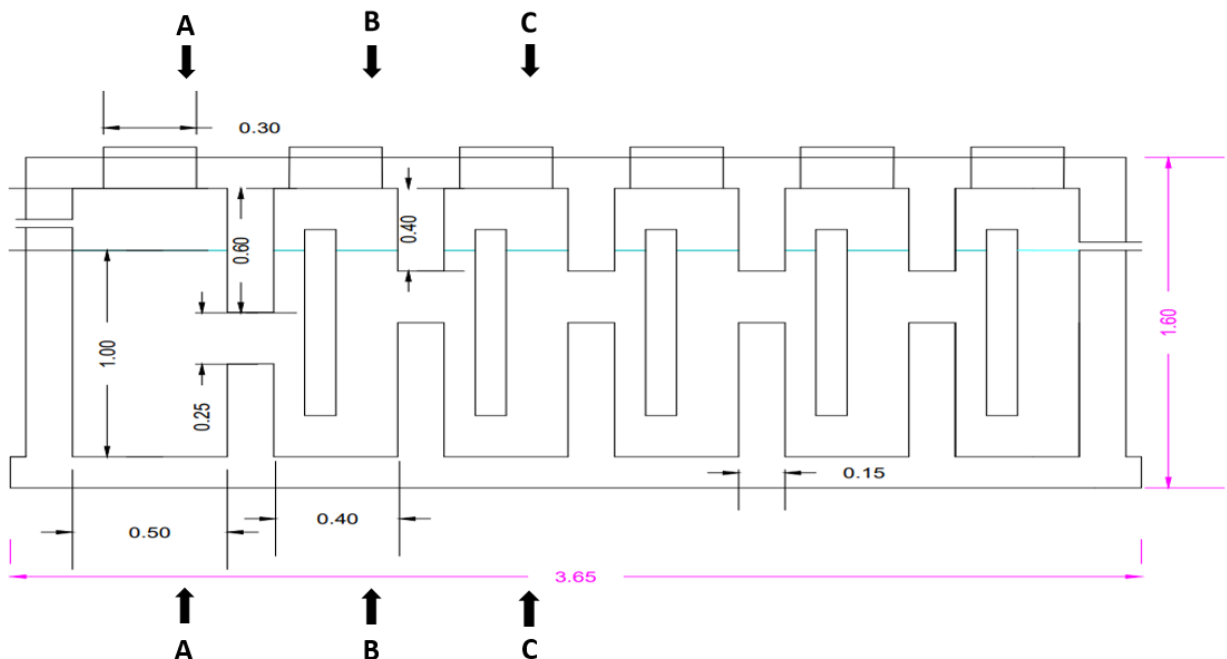


Figure 122 : Vue de profil du RAC classique 8EH dimensionné

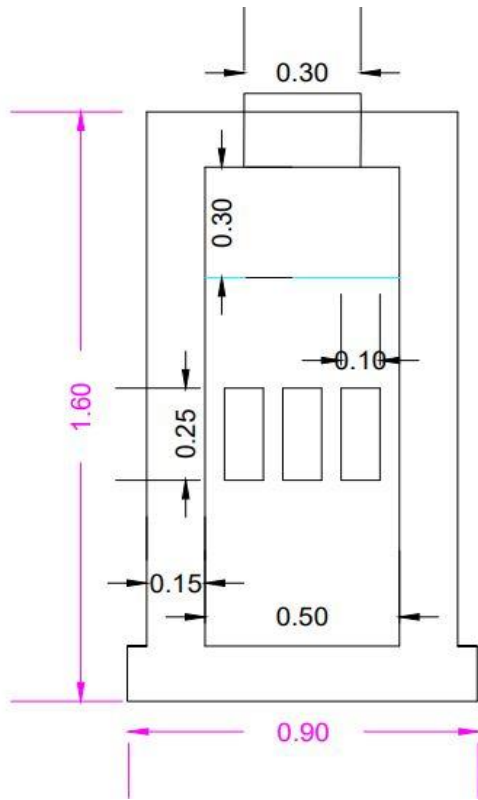


Figure 123 : RAC : Coupe frontale A à la sortie du compartiment de décantation

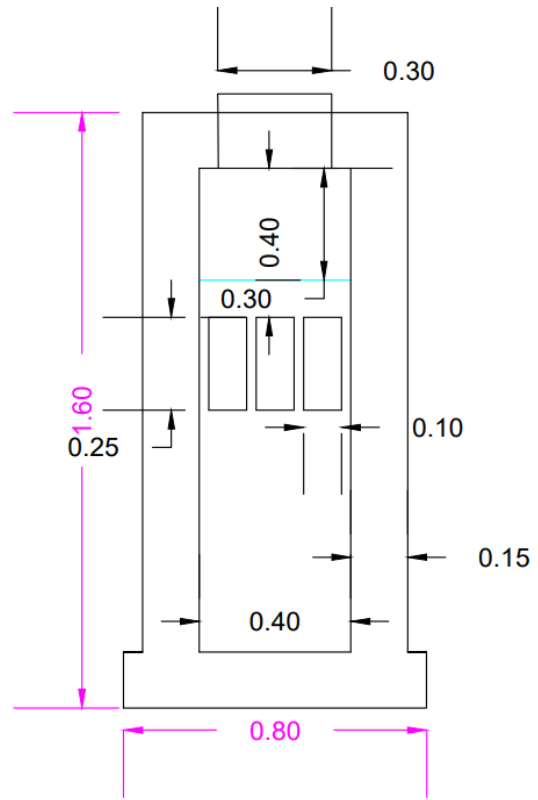


Figure 124 : RAC : Coupe frontale B du compartiment à flux ascendant

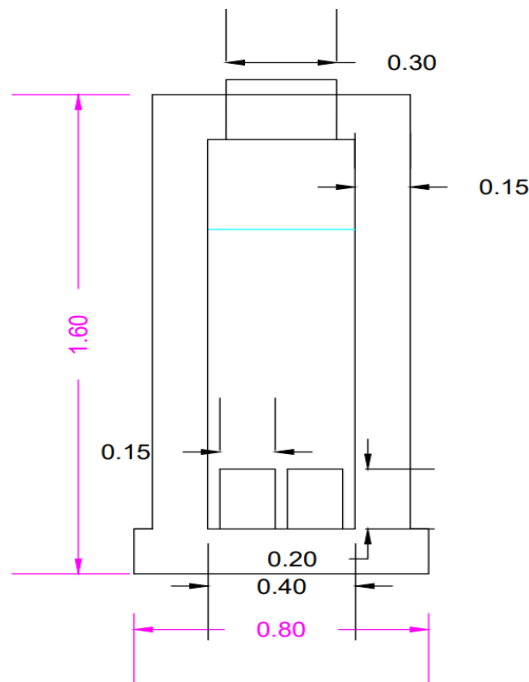


Figure 125 : RAC : Coupe frontale C du compartiment à flux ascendant

IX.5.4 Améliorations du RAC classique

Bien que le RAC classique présente plusieurs atouts en termes de performance et d'économie, il est possible d'apporter des améliorations permettant d'augmenter le rendement et les

possibilités de valorisation des sous-produits, ainsi que de minimiser les coûts de construction et d'installation.

RAC classique à compartiment descendant tubulaire

Les compartiments descendants sont remplacés par des tuyaux en PVC (Figure 126), permettant l'augmentation de la surface des compartiments ascendants pour un volume total donné. Cette amélioration permet de diminuer le coût, vu que les tuyaux en PVC sont moins chers, et faciliter le montage du RAC.

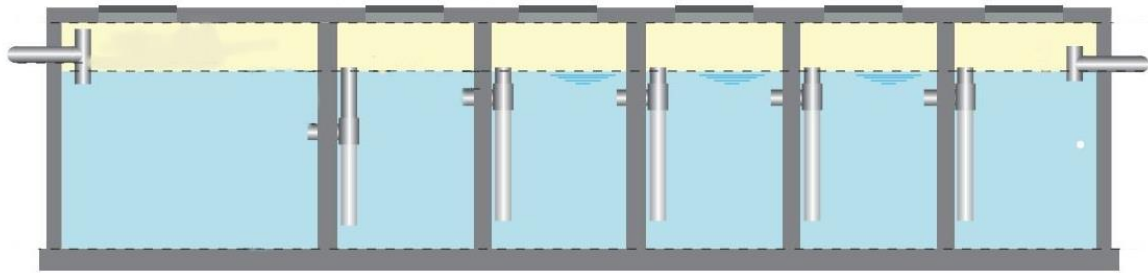


Figure 126 : RAC à compartiment descendant tubulaire : Vue de profil (Programme AGIRE GIZ, 2020)

RAC simplifié tubulaire

Ce modèle consiste à remplacer les différents compartiments par une série de tubes ascendants et descendants de diamètre variable (Figure 127).

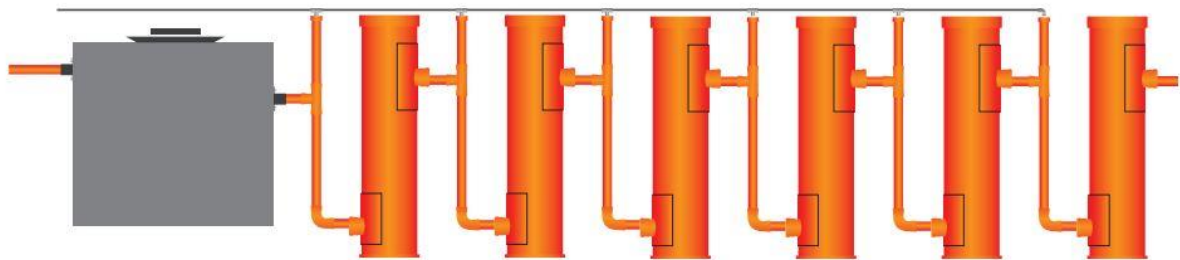


Figure 127 : RAC simplifié tubulaire (Configuration linéaire) : Vue générale (Programme AGIRE GIZ, 2020)

RAC simplifié tubulaire avec support de biomasse

Dans l'objectif d'améliorer la rétention des matières en suspension, du gros gravier va être ajouté dans le dernier compartiment, permettant la croissance d'un biofilm et une filtration supplémentaire de l'effluent et par conséquent, une rétention accrue de la biomasse. La Figure 128 présente le RAC simplifié tubulaire avec support de biomasse.

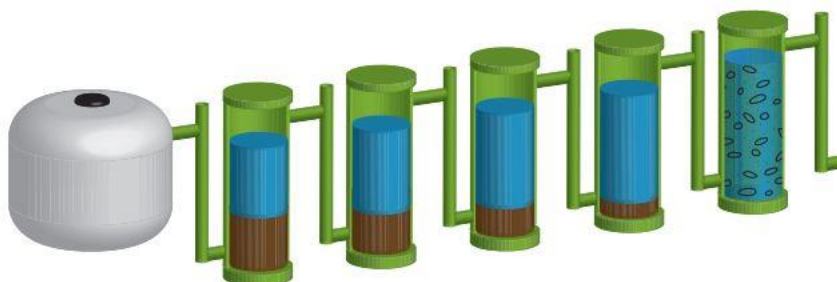


Figure 128 : RAC simplifié tubulaire avec support de biomasse (Programme AGIRE GIZ, 2020)

Le modèle du RAC simplifié tubulaire avec support de biomasse a été retenu pour l'unité touristique n°6 pour les raisons suivantes :

- Réduction du prix de transport vu que les matériaux sont légers ;
- Mise en place facile ;
- L'emprise du sol exigée est minimale ;
- Agencement adapté à l'espace disponible au niveau de l'unité touristique n°6 ;
- Rétention accrue de la biomasse.

Le dimensionnement des RAC simplifiés tubulaires avec support de biomasse se base sur le Tableau 27 destiné à un dimensionnement générique et établi en utilisant des valeurs de température de 20 C°, ceci est similaire au cas de l'unité touristique n°6.

Tableau 27 : Dimensions et rendements des RAC simplifiés tubulaires (Programme AGIRE GIZ, 2020)

EH	Débit journalier d'eaux usées (Qi) (m ³ /j)	Performance épuratoire (% d'abattement de la DBO5)	Hauteur à l'entrée du 1 ^{er} compartiment (m)	Hauteur à la sortie du 1 ^{er} compartiment (m)	Nombre de cubitainer de 1m ³	Nombre de compartiment à flux ascendant	Hauteur à la sortie (m)	Diamètre du tube à flux ascendant (m)	Nombre par segment	Vitesse ascendante calculée (m/h)	TRH des compartiments à flux ascendant (h)
5	0,5	90,58%	0,8	0,61	1	6	1,2	0,3	1	0,59	29
10	1	90,58%	0,8	0,61	1	6	1,5	0,4	1	0,66	26
20	2	90,58%	0,8	0,61	2	6	1,5	0,4	2	0,66	26
30	3	85,14%	0,8	0,61	3	6	1,5	0,4	2	1,00	17
40	4	86,39%	0,8	0,61	4	6	1,5	0,4	3	0,88	19
50	5	87,13%	0,8	0,61	5	6	1,5	0,4	4	0,83	21
60	6	85,14%	0,8	0,61	6	6	1,5	0,4	4	1,00	17

Le décanteur du RAC va être remplacé par un cubitainer de 1000 l, et des tubes en PVC de 90 mm et de 300 mm seront utilisés pour remplacer respectivement les compartiments descendants et les compartiments ascendants.

Les dimensions du RAC simplifié tubulaire 8 EH de l'unités touristiques n°6 sont prises égales à celles de 10 EH à partir du Tableau 28.

Tableau 28 : Dimensions du RAC simplifié tubulaire 8 EH (Programme AGIRE GIZ, 2020)

EH	Débit journalier d'eaux usées (Qi) (m ³ /j)	Performance épuratoire (% d'abattement de la DBO5)	Hauteur à l'entrée du cubitainer (m)	Hauteur à la sortie du cubitainer (m)	Nombre de cubitainer de 1m ³	Nombre de compartiment à flux ascendant	Hauteur à la sortie (m)	Diamètre du tube à flux ascendant (m)	Nombre par segment	Vitesse ascendante calculée (m/h)	TRH des compartiments à flux ascendant (h)
8	0,8	90,58%	0,8	0,61	1	6	1,5	0,4	1	0,66	26

Les Figure 129 et Figure 130 illustrent les dimensions du cubitainer, des tuyaux ascendants et descendants, ainsi que l'assemblage des éléments à flux ascendant.

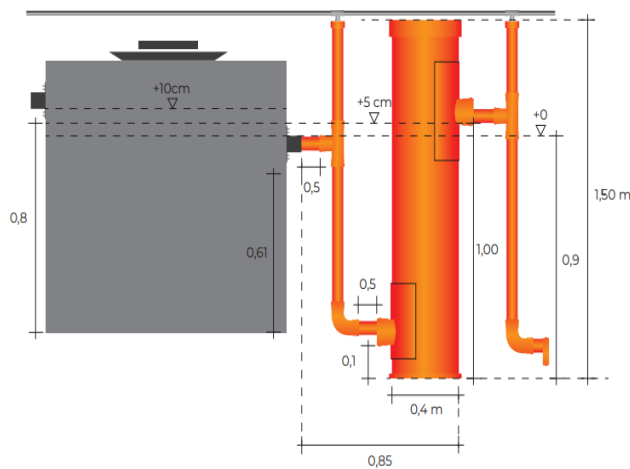


Figure 129 : Dimensions des éléments à flux ascendant du RAC simplifié tubulaire 8EH

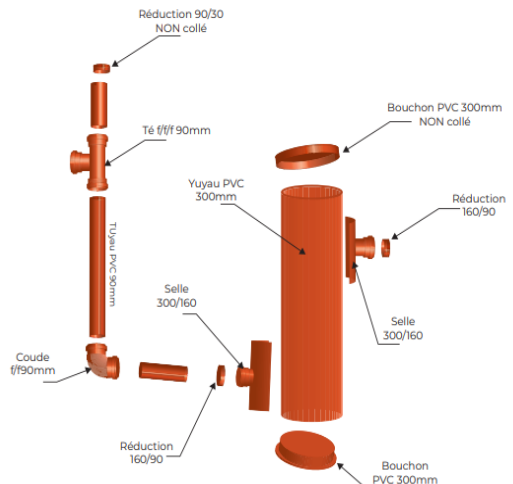


Figure 130 : Assemblage des éléments à flux ascendant du RAC simplifié tubulaire

IX.6 Emplacement, terrassement et montage du RAC simplifié tubulaire dimensionné

Éléments à prendre en compte pour l'emplacement et la préparation des excavations pour le RAC

- Emplacement du RAC à l'aval du point de sortie des eaux usées pour assurer un écoulement gravitaire et éviter le recours au pompage ;
- Emplacement du RAC en amont du site de réutilisation pour réduire les coûts des conduites d'amenée et assurer un écoulement gravitaire vers le bassin de stockage ;
- Écoulement gravitaire à l'intérieur du système en prévoyant une dénivelée de 15cm entre la sortie et l'entrée du RAC.

Étapes pour la transformation du cubitainer de 1 m³ en fosse de décantation

- Réaliser une ouverture carrée de 50 cm sur 50 cm dans la paroi supérieure du cubitainer pour avoir accès à l'intérieur de celui-ci ;
- Effectuer une ouverture à l'aide d'une scie cloche de 110 mm pour l'entrée et de 90 mm pour la sortie ;
- Placer les passes-parois correspondants comme indiqué sur la Figure 131. Les passes-parois sont collés et vissés pour assurer l'étanchéité. Des tés seront ensuite fixés sur les passes-parois à l'intérieur du cubitainer.

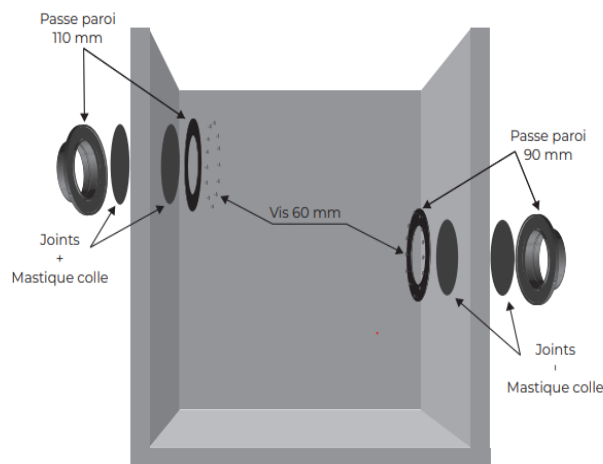


Figure 131 : Pièces détachées d'un cubitainer de 1 m3 converti en fosse de décantation

Montage du système

- Forer aux entrées et sorties des tuyaux principaux (400 mm) des ouvertures de 90 mm à l'aide d'une scie cloche ;
- Assembler les compartiments entre eux et vérifier l'étanchéité pour chaque compartiment en le remplissant par l'eau jusqu'au niveau de sortie ;
- En cas de fuites, vider le compartiment et colmater les à l'aide de colle siliconée.

IX.7 Réutilisation des eaux usées issues du RAC

Si les eaux usées traitées répondent à la directive de l'OMS, elles peuvent être favorisées en agriculture sans avoir aucun risque potentiel sur l'environnement et sur la santé des agriculteurs ou de la population. Leur réutilisation est une solution prometteuse pour valoriser les nutriments présents dans ces eaux en tant qu'engrais, tout en préservant les ressources en eau de la vallée et son attractivité touristique.

Dans notre cas d'étude, si les risques d'infection sont maîtrisés, les eaux usées obtenues par le RAC simplifié tubulaire dimensionné seront utilisées pour l'irrigation de la parcelle du site touristique par un système d'irrigation localisée.

IX.6.1 Quantité des eaux usées issues du RAC

Le propriétaire de l'unité 6 dispose au niveau de sa parcelle d'un bassin qui pourra être éventuellement utilisé pour le stockage et régularisation des eaux pompées du bassin de recueil des eaux usées issues du RAC. Ce stockage permettra une grande liberté d'accès à l'EUT et ainsi une régulation du débit à refouler dans le système d'irrigation. D'après le dimensionnement, le débit disponible quotidiennement des EUT pour l'irrigation est de 1.6 m3/j.

IX.6.2 Qualité des eaux usées issues du RAC

Il est pertinent d'analyser la qualité sanitaire des eaux obtenues et s'assurer que leur réutilisation est conforme à la réglementation marocaine pour une utilisation de type B (Irrigation des cultures céréalières, industrielles fourragères, cultures pastorales et arbres fruitiers). Dans l'Annexe 8 est indiqué les catégories des EUT ainsi que les critères de leur réutilisation au Maroc.

Les systèmes de traitement secondaire, tel que le RAC, sont conçus principalement pour éliminer les MES, la DBO et la DCO. Ils peuvent, après une optimisation de leurs performances,

réduire les agents pathogènes (OMS, 2012). L'effet de la pollution bactériologique restante peut être atténué avec l'usage d'un système d'irrigation localisée. Les eaux issues du RAC respectent les seuils limites de la classe B et peuvent être réutilisées en irrigation des cultures consommées après cuisson ou pour l'arboriculture (ANSES, 2012), voir Annexe 9.

IX.6.3 Cultures du site touristique à irriguer par les eaux usées issues du RAC

La parcelle du site touristique occupe une superficie d'environ 750 m² (c'est une parcelle en pente, d'une longueur d'environ 50m et une largeur d'environ 15m) sur laquelle poussent des vignes, des cultures maraichères et des arbres fruitiers.

D'après nos discussions avec le propriétaire du site, il est favorable à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures arboricoles.

Le Tableau 29 présente les cultures à irriguer par les EUT et le nombre d'arbres au niveau de la parcelle.

Tableau 29 : Cultures et nombre d'arbres de la parcelle à irriguer par les eaux usées traitées du RAC dimensionné pour le site touristique

Culture	Nombre d'arbres
Palmier	1
Olivier	15
Amandier	40
Grenadier	4
Figuier	5
Caroubier	2
Pêcher	8
Pommier	20
Nectarinier	6
Poirier	6
Abricotier	6

Les Figure 132 à Figure 136 illustrent quelques cultures du jardin de l'unité touristique.



Figure 132 : Caroubier au niveau de la parcelle du site touristique



Figure 133 : Abricotier au niveau de la parcelle du site touristique



Figure 134 : Figuier au niveau de la parcelle du site touristique

Figure 135 : Palmier au niveau de la parcelle du site touristique



Figure 136 : Amandier au niveau de la parcelle du site touristique

IX.6.4 Bases de calcul des besoins en eau des cultures

Le besoin en eau de culture, exprimé en lame d'eau en mm, est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol, à savoir une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

Cette étape nécessite le calcul d'un certain nombre de paramètres :

L'évapotranspiration de référence (ET₀)

L'évapotranspiration de référence (ET₀) est définie comme le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon (culture de référence) en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimentée en eau de façon non restrictive.

Parmi les méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, nous retiendrons la formule de Blaney-Criddle, qui s'exprime comme suit :

$$ET_0 = [(0,457 * T_{moy}) + 8,128] * Kt * p \quad (1)$$

Où :

ET₀ : Evapotranspiration de référence en mm par mois ;

T_{moy} : Température moyenne mensuelle en °C. Dans notre cas, nous avons travaillé avec les températures moyennes mensuelles de 30 années (1991-2021) du village Ait Oufi, commune rurale ASJS ;

p : Pourcentage en heures d'insolation possibles pour le mois envisagé rapporté à la quantité totale d'heures d'insolation annuelle (la zone d'étude ayant la latitude en degré suivante : 31.5°) ;

Kt : Coefficient climatique dépendant de la température moyenne.

$$Kt = 0,031 * T_{moy} + 0,24 \quad (2)$$

Le besoin net en eau

Le besoin net en eau (Bn) est la quantité d'eau qui doit être effectivement consommée par la plante. Il est évalué par la formule suivante :

$$Bn = ETc - Pe \quad (3)$$

Avec :

Bn : Besoin net en eau ;

ETc : Evapotranspiration potentielle de la culture, exprimée en mm ;

$$ETc = ET0 * Kc * Kr \quad (4)$$

ET0 : Evapotranspiration de référence ;

Kr : Coefficient de réduction ;

Kc : Coefficient cultural ;

Pe : Pluie efficace mensuelle (mm), c'est la quantité d'eau pluviale retenue dans la zone racinaire.

La pluie efficace est prise égale à 80% de la pluviométrie moyenne mensuelle. Les données des pluviométries moyennes mensuelles retenues sont de 30 années (1991-2021) pour le village Ait Oufi, commune rurale ASJS.

Le besoin brut en eau

Le besoin brut en eau d'irrigation (Bb) est le volume d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources). Il est calculé par la formule suivante :

$$Bb = Bn * Ea \quad (5)$$

Avec :

Bb : Besoin brut d'irrigation d'une culture ;

Bn : Besoin net d'irrigation d'une culture ;

Ea : Efficacité d'application de l'eau à la parcelle. Dans notre cas, l'efficacité Ea est prise égale à 90% pour l'irrigation goutte à goutte.

L'annexe 10 fournit la démarche détaillée de calcul, les données relatives aux températures et pluviométrie moyennes mensuelles du village Ait Oufi, les pourcentages p de la durée d'éclairement pour différentes latitudes ainsi que les coefficients Kc et Kr des différentes cultures. Le Tableau 30 présente les résultats de calcul des besoins en eau des cultures.

Tableau 30 : Besoin en eau des cultures (m3/ha/j)

Mois	Bb (m3/ha/j)
------	--------------

	Palmier	Olivier	Amandier	Grenadier	Figuier	Caroubier	Pêcher	Pommier	Nectarinier	Abricotier	Poirier
Sept.	12,01	18,27	15,58	8,68	9,51	18,27	14,51	15,58	14,51	16,39	20,14
Oct.	3,06	7,06	4,18	0,92	0	7,06	4,66	4,18	4,66	5,86	8,26
Nov.	0	0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0,97	1,41	1,37	0	0	2,20	0	1,37	0	0	0,62
Avr.	8,07	8,76	11,35	3,65	2,27	10,01	5,03	11,35	5,03	6,28	7,52
Mai	15,06	16,04	23,80	8,79	9,58	17,81	21,33	23,80	21,33	24,86	14,28
Juin	30,39	29,83	35,50	16,88	21,95	29,83	34,90	35,50	34,90	39,96	42,49
Juil.	45,72	39,64	42,92	34,92	30,20	39,64	33,57	42,92	33,57	36,61	54,83
Aout	35,97	30,65	30,44	26,51	22,37	30,65	25,33	30,44	25,33	27,99	43,95

D'après l'estimation des BEC, un RAC de 16 EH produisant un volume quotidien d'EUT de 1.6 m³/j permet de couvrir totalement le besoin des espèces arboricoles au niveau du jardin de l'unité touristique.

IX.8 Valorisation des boues de vidange

IX.8.1 Intérêts de la valorisation des boues

Riches en éléments fertilisants, les boues de vidange issues d'un RAC présentent un intérêt agronomique comme amendement et peuvent se substituer aux engrais chimiques qui ont un fort impact environnemental . En effet, le retour au sol des boues permet d'agir sur :

- La valeur fertilisante chimique des sols, par un apport en éléments fertilisants, comme l'azote et le phosphore ;
- La valeur fertilisante physique des sols, en améliorant la porosité et la stabilité des agrégats ;
- L'activité biologique des sols en la stimulant.

IX.8.2 Filières de traitement des boues de vidange

Les principales craintes dans le retour au sol des boues résident dans la présence des bactéries pathogènes. De plus, la concentration des œufs et des larves est élevée à cause de leur dépôt en même temps que les boues, dans lesquelles ils peuvent se maintenir en vie pendant plusieurs semaines. La valorisation des boues du RAC nécessite alors un traitement de stabilisation pour minimiser les risques sanitaires et environnementaux qu'elles peuvent engendrer.

Le traitement des boues peut se faire par :

Lit de séchage des boues

Le lit de séchage permet la déshydratation de la boue afin de faciliter son transport, son compostage ou son utilisation directe comme amendement du sol.

Cependant, des précautions doivent être prises pour protéger les agriculteurs en raison des concentrations élevées en pathogènes. Idéalement, cette technologie doit être complétée en aval par un traitement par compostage pour produire un fertilisant hygiénisé.

Compostage

Le compostage est la dégradation aérobie contrôlée des matières organiques d'origine différentes (déchets solides organiques, boues de vidange).

Les boues, riches en azote, doivent être mélangées avec des déchets organiques plus riches en carbone pour rétablir un rapport C/N (carbone sur azote) supérieur à 25.

Ce processus nécessite un contrôle et suivi pour éviter un dessèchement ou un excès d'eau, et s'assurer que le tas passe par une période thermophile d'au moins 3 à 5 jours permettant de détruire les pathogènes.

IX.8.3 Raisons de la non adoption de la valorisation des boues au niveau de l'unité touristique n°6

Pour le RAC dimensionné pour le site touristique n°6, un traitement sur site et valorisation des boues de vidange ne sont pas prévus pour les raisons suivantes :

- L'emprise au sol est importante pour le traitement des boues ;
- Risques de prolifération d'insectes et d'odeurs si le processus n'est pas contrôlé correctement ;
- Main d'œuvre nécessaire pour une bonne gestion : les exigences d'exploitation des installations de compostage sont élevées. Le personnel doit être bien formé et surveiller attentivement la qualité et la quantité des matières premières, le rapport C/N, l'humidité et la teneur en oxygène. Le personnel doit également contrôler attentivement les horaires de retournement des tas, la température et les temps de maturation pour assurer un traitement de haute qualité.
- Absence de texte réglementaire prenant clairement en compte le devenir et la gestion des boues : les solutions actuellement mises en œuvre pour leur élimination ou leur valorisation se font au coup par coup sans réel encadrement et pose un certain nombre de difficultés aux opérateurs. Ni le PNAR, ni le Programme National des Déchets Ménagers ne traitent du devenir des boues en milieu urbain d'une façon générale et en milieu rural d'une façon spécifique.

IX.8.4 Perspectives de promotion de la valorisation des boues

- Mise en place d'un cadre législatif et réglementaire régissant la gestion des boues de vidange ;
- Définition des rôles et des responsabilités des différentes parties prenantes de la filière boues ;
- Création des petites entreprises locales chargées de la collecte, du traitement et de la commercialisation des boues à réutiliser ;
- Sensibilisation de la population sur l'importance de la valorisation des boues, pouvant être réutilisées comme fertilisant ou source d'énergie.
- Renforcement des capacités des acteurs locaux et de la population en matière de la gestion des boues de vidange ;
- Réalisation des recherches et études pour le développement des techniques de traitement et valorisation des boues, adaptées aux spécificités du milieu oasien ;
- Définition des normes d'épandage et réutilisation des boues vidangées.

IX.9 Estimation du coût d'implémentation du pilote conçu

On distingue deux types de cout :

Coûts fixes

Les frais fixes concernent le cout du terrain et d'investissement.

- Coût du terrain

Dans notre cas, le terrain disponible pour l'implantation d'un RAC souterrain est déjà existant et est une propriété privée d'une surface de 32 m². Le coût du terrain ne sera pas alors intégré dans le calcul économique.

- Coût d'investissement

Le coût d'investissement d'un RAC dépend de l'achat des matériaux et des coûts de construction, qui dépendent eux-mêmes de la durée de vie des installations et équipements (les égouts, les vannes, les tuyaux de gaz...). Il faut recalculer les frais d'investissement à nouveau lorsque la durée de vie de la structure principale arrivera à son terme.

Les coûts d'investissement calculés par la suite sont basés sur les prix des matériaux de construction et ceux des travaux génie civil appliqués au marché marocain ainsi que les coûts d'études pour élaborer des plans d'installation de chantier ou des plans de recollement.

Coûts variables

Les frais d'entretien et de maintenance du RAC font parties des coûts variables du projet. Ils comprennent les coûts de personnel pour faire fonctionner, entretenir, gérer et surveiller l'installation. Ils sont calculés en fonction du temps passé sur le site par un personnel qualifié (y compris le personnel formé sur place). Ces coûts ainsi que les coûts énergétiques si besoin ne seront pas pris en compte dans notre feuille de calcul.

IX.8.1 Estimation des coûts des travaux de construction du RAC simplifié tubulaire

Composantes générales

Le Tableau 31 présente les coûts unitaires des installations et repliement de chantier et plans de recollement.

Tableau 31 : Coûts unitaires des installations et repliement de chantier et plans de recollement

Libellés	Unité	Coût unitaire en DH HT
Installation et repliement du chantier	Ft	PM (dépend du chantier)
Fourniture, transport et pose de panneaux de signalisation	Ft	4 000,00
Dossier de recollement	Ft	2 000,00

Composantes liées au génie civil

Le Tableau 32 présente les coûts unitaires des composantes liées au génie civil.

Tableau 32 : Coûts unitaires des travaux de génie civil

Libellés	Unité	Coût unitaire en DH HT
Déblai des fouilles	m ³	50,00
Remblai des fouilles	m ³	50,00

Composantes spécifiques

Le Tableau 33 présente les coûts unitaires des composantes spécifiques.

Tableau 33 : Coûts unitaires des composantes spécifiques d'un RAC simplifié tubulaire

Compartment	Composante	Unité	Coût unitaire
Compartment de décantation	Cubitainer de 1 m ³	U	2000.00
	Passe paroi 110 mm (joint et vis compris)	U	150.00
	Passe paroi 90 mm	U	100.00
	Regard 50 cm/50 cm	U	800.00
Compartiments ascensionnels	Tuyau PVC 400 mm	mL	846.00
	Tuyau PVC 30 mm	mL	18.00
	Tuyau PVC 90 mm	mL	58.00
	Coude f/ 90 mm	mL	48.00
	Té f/f/f 90 mm	U	57.00
	Bouchon PVC 400 mm Non collé	U	300.00
	Réduction 90/30	U	20.00
	Réduction 160/90	U	90.00
	Selle 400/160	U	250.00
	Gravier	m3	110.00
Aération	Events d'aération	U	200.00

IX.8.2 Bordereau des prix d'installation d'un RAC simplifié tubulaire pour 8 EH

Le Tableau 34 présente les résultats des calculs du prix d'installation pour un module 8EH du RAC.

Tableau 34 : Bordereau des prix d'installation d'un RAC simplifié tubulaire pour un module 8 EH

N° Prix	Désignation des ouvrages et prix unitaires Hors Taxes	Unité	Quantité	PU en DH HT	PP en DH HT
I - INSTALLATION ET REPLIEMENT DE CHANTIER ET PLANS DE RECOLEMENT					
Etudes, dossier d'exécution et autres documents					
I-1	Le Forfait / Dirhams	ft	1,00	PM	-
I-2	Installation et repliement de chantier : comprend toutes les sujétions nécessaires à la réalisation des travaux d'installation et de remise en état notamment : la préparation du terrain incluant les travaux de nettoyage, élimination des obstacles, démolition des structures existantes de toute sorte, signalisation temporaire du chantier et toutes autres sujétions (Le PM dépend du chantier et des conditions locales).				
	Le Forfait / Dirhams	ft	1,00	PM	-
I-3	Dossier de récolement.				
	Le Forfait / Dirhams	ft	1,00	2 000,00	2 000,00
I-4	Fourniture, transport et pose de panneaux de signalisation.				
	L'unité Dirhams	ft	1,00	4 000,00	4 000,00
TOTAL PRIX I : INSTALLATION ET REPLIEMENT DE CHANTIER ET PLANS DE RECOLEMENT					6 000,00
II - GENIE CIVIL ET COMPOANTES SPESSIFIQUES					

II - 1	Déblais en fouille : concerne les déblais en terrain de toute nature (meuble ou rocheux) y compris le réglage des talus, l'enlèvement des blocs d'un volume maximal de cinq cent litres (500 l) qu'ils peuvent contenir et en outre l'enlèvement des blocs dont le volume est supérieur à 500 l, mais qui peuvent être enlevés ou déplacés par les engins de terrassement du chantier sans minage préalable et toutes autres sujétions.				
	Le mètre cube / Dirhams	m3	4,33	50,00	216,53
II - 2	Remblais en fouilles : concerne les remblais compactés provenant de zones d'emprunt ou des déblais jugés aptes aux remblais. Il s'applique après compactage de remblais mis en place suivant les indications des plans d'exécution et toutes autres sujétions.				
	Le mètre cube / Dirhams	m3	2,33	50,00	116,36
II - 3	Conduite de liaison en PVC Diamètre 110 mm entre l'unité et le cubitainer : fourniture, pose de conduite et toutes sujétions.				
	Le mètre linéaire / Dirhams	mL	6,00	78,00	468,00
II - 4	Compartiment de décantation : comprend tous le matériel auxiliaire pour le montage et la fixation de l'ouvrage, les accessoires et la main d'œuvre.				
	Cubitainer de 1 m3	U	1,00	2 000,00	2 000,00
	Passe paroi 110 mm (joint et vis compris)	U	2,00	150,00	300,00
	Passe paroi 90 mm	U	2,00	100,00	200,00
	Regard 50 cm/50 cm	U	1,00	800,00	800,00
	Total				3 300,00
II - 5	Compartiment ascensionnels : comprend tous le matériel auxiliaire pour le montage et la fixation de l'ouvrage, les accessoires et la main d'œuvre.				
	Tuyau PVC 400 mm	mL	9,00	846,00	7 614,00
	Tuyau PVC 90 mm	mL	14,20	58,00	823,60
	Tuyau PCV 30 mm	mL	6,20	18,00	111,60
	Coude f/ 90 mm	U	6,00	48,00	288,00
	Té f/f/f 90 mm	U	6,00	57,00	342,00
	Bouchon PVC 400 mm Non collé	U	12,00	300,00	3 600,00
	Réduction 90/30	U	6,00	20,00	120,00
	Réduction 160/90	U	12,00	90,00	1 080,00
	Selle 400/160	U	12,00	250,00	3 000,00
	Mise en place du gravier au niveau du dernier compartiment	m3	1,13	110,00	124,41
	Total				17 103,61

II - 13	Evénements d'aération : fourniture, le transport et la pose des dispositifs d'aération en acier galvanisé pour l'ouvrage, y compris toutes sujétions de fourniture et de pose				
	L'unité / Dirhams	U	2,00	200,00	400,00
TOTAL PRIX II : GENIE CIVIL					21 604,49
TOTAL HT					27 604,49
TVA 20%					5 520,90
TOTAL TTC POUR UN RAC SIMPLIFIE TUBULAIRE 8 EH					33 125,38

Le calcul amène à un coût total pour une installation d'un RAC simplifié tubulaire avec support de biomasse pour un module 8 EH de **33.126 DH**, Ce coût s'élève pour l'installation à deux modules 8EH à **66.251 DH**. A noter que le coût total calculé est approximatif et ne prend pas en compte les frais d'entretien et de maintenance.

Un RAC classique est moins coûteux qu'un RAC tubulaire simplifié ou amélioré. Cependant il n'est pas recommandé dans notre cas vu qu'il est adapté surtout pour traiter des eaux usées dont le débit et la charge en polluants sont relativement constants, alors que les eaux usées générées par une unité touristique connaissent des variations saisonnières importantes.

IX.10 Mesures d'accompagnement

Le diagnostic et l'analyse de l'état des lieux de la gestion des eaux usées dans la zone d'étude a affirmé un aspect particulièrement critique au niveau de l'assainissement liquide face à une population encore peu sensibilisée en matière d'hygiène et de santé publique. Dans ce cas, la réalisation du RAC dimensionné pour l'unité touristique n°6 nécessite de mettre en pratique des mesures afin d'assurer sa durabilité et de garantir sa réussite.

Ces mesures d'accompagnement sont axées sur :

- Recherche d'aides financières pour la construction du RAC ;
- Respect des normes de dimensionnement lors de la construction du RAC;
- Sensibilisation des touristes sur l'existence d'un RAC par des notes au niveau des WC de l'unité touristique (Annexe 12) ;
- Mise à disposition du propriétaire de l'unité touristique d'une fiche technique explicative du fonctionnement, entretien et maintenance du RAC (Annexe 11).

Pour chaque point de contrôle identifié dans la Figure 137, sont indiquées des mesures d'accompagnement.

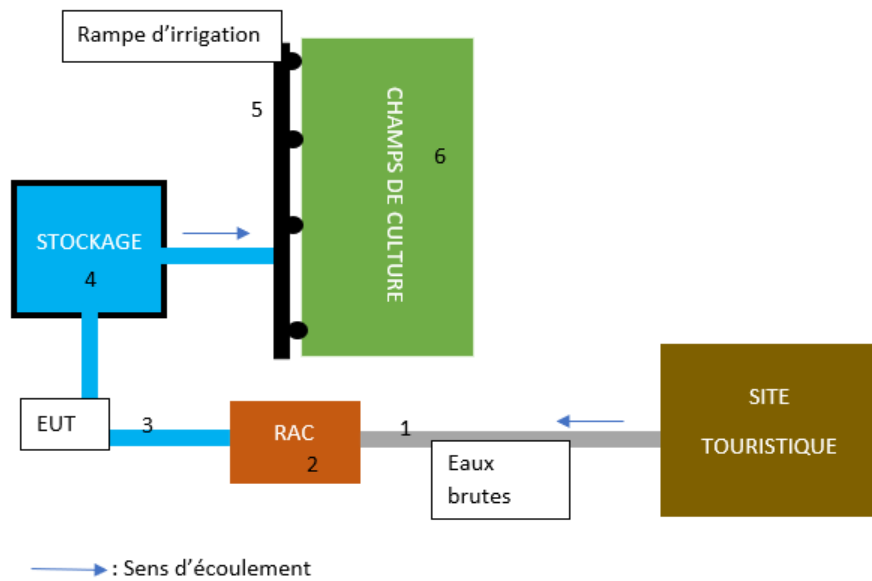


Figure 137 : Points de contrôle du système implanté au niveau de l'unité touristique

Canalisations d'amenée des eaux brutes et canalisations de refoulement des EUT (point 1 et 3)

- Entretien régulier du système afin de réduire la fréquence des pannes ;
Réparation des canalisations ou des branchements détériorées ;
Inspection régulière des regards et leur curage si nécessaire ;
- Collecte et élimination des déchets solides en amont afin d'éviter le colmatage des conduites.

RAC (point 2)

- Maintien du rendement et de l'efficacité du traitement du RAC ;
- Contrôle régulier de la qualité des eaux usées à l'entrée et la sortie du RAC ;
- Formations du personnel chargé de l'exploitation du RAC pour assurer sa pérennité et sa durabilité.

Bassin de stockage (point 4)

- Contrôle régulier du bassin de stockage dans le but d'une inspection régulière et préventive ;
- Vérification des normes de conception pour éviter les débordements possibles.

Réseau d'irrigation (point 5)

La qualité de l'eau d'irrigation est particulièrement déterminante pour la sécurité des agriculteurs et des consommateurs des cultures. Cependant l'irrigation par goutte à goutte est elle-même une mesure d'atténuation étant donné le faible contact entre les plantes cultivées et les EUT destinées à l'irrigation.

Toutefois, il faut contrôler l'irrigation avant la récolte (par exemple son arrêt avant la récolte).

Sol et produits destinés aux consommateurs (point 6)

- Vérification des indicateurs physico-chimiques du sol ;
- Adoption d'un intervalle de temps entre la dernière irrigation et la consommation afin de déperir les agents pathogènes.
- Réduction du stockage temporaire au sol des cultures récoltées afin d'éviter leur contamination ;
- Préparation des aliments agricoles (à savoir la désinfection, le lavage, la cuisson et l'épluchage).

Le Tableau 35 montre le post-traitement recommandé par l’OMS comme mesure de protection prise à l’aval du traitement des eaux usées et à leur réutilisation.

Tableau 35 : Mesures post-traitement et réduction des pathogènes (OMS, 2016)

Mesure de contrôle	Réduction de pathogènes (unité log)	Observations
Irrigation localisée (goutte à goutte)	2-4	Réduction par 2 unités log pour les plantes à croissance lente.
Elimination des pathogènes	0.5-2 /jour	Elimination après la dernière irrigation avant la récolte (cela dépend du climat, de la culture etc...).
Lavage des produits agricoles	1	Cette réduction est assurée avec le lavage des salades, légumes et fruits avec de l’eau claire et propre.
Désinfection	2	Cette réduction est assurée avec le lavage des salades, légumes avec une solution désinfectante et le rinçage avec de l’eau propre.
Epluchage, décortilage	2	Fruits et légumes des plantes à tubercules (exemple : pomme de terre, oignons, carottes etc...).

Les paramètres et fréquences de contrôle concernant la réutilisation des eaux usées ou des boues de vidange sont rapportés en Annexe 14.

Des mesures de contrôles liées à la protection des travailleurs, des agriculteurs, de la communauté locale et des consommateurs sont indiquées en Annexe 13.

IX.11 Evaluation des impacts du pilote conçu

L’objectif de cette évaluation est d’identifier les impacts majeurs susceptibles de se produire en fonction des spécificités du milieu naturel et des caractéristiques propres du pilote.

L’identification des impacts est basée sur l’analyse des effets négatifs et positifs résultants des interactions entre le milieu touché et le pilote à implanter.

IX.10.1 Impacts positifs

Les impacts positifs liés à la mise en œuvre du RAC sont nombreux, mais les plus importants sont ceux permettant de pallier aux déficiences relevées lors du diagnostic de l’état actuel de l’assainissement dans la zone d’étude.

Création d’emplois

La mise en place du RAC générera des emplois temporaires pendant la durée des travaux et quelques emplois permanents en ce qui concerne la gestion des systèmes (la vidange).

Valorisation des eaux épurées

La réutilisation des eaux usées issues du RAC permettra d’avoir une ressource en eau supplémentaire au niveau du site touristique et minimiser la surexploitation de la nappe. De plus, l’irrigation avec ces eaux usées à concentration élevée en nutriments, dont l’azote et le

phosphore, permettra de réduire le besoin des cultures en engrais coûteux. Les eaux usées après traitement sont dès lors considérées comme une ressource plutôt qu'une contrainte.

Protection des ressources en eau contre la pollution

Au lieu de rejeter les eaux usées directement dans l'Oued de Dadès (l'unité n°6 dispose d'une canalisation d'évacuation des eaux usées directement dans l'oued, utilisée en haute saison), ou de les acheminer vers un puits perdu sans aucun traitement, le RAC conçu pour le site n°6 va permettre de traiter les eaux usées et de valoriser les sous-produits.

Encouragement des autres unités touristiques à adopter des technologies de l'assainissement individuel

L'acceptabilité sociale est un problème majeure au niveau de la zone d'étude. En effet, 50% des propriétaires interrogés sont défavorables à la mise en place d'un pilote de traitement et estiment que ceci implique la prolifération d'insectes et des mauvaises odeurs.

En cas de la bonne maintenance et entretien du RAC dimensionné pour l'unité touristique n°6, ce pilote sera exemplaire et permettra d'encourager les propriétaires des autres sites touristiques à adopter une technologie d'assainissement individuel. L'amélioration de la santé de la population et la protection de l'environnement dépend directement du nombre de sites engagés à adopter une technologie d'assainissement individuel, et non seulement de l'efficacité du pilote lui-même.

IX.10.2 Impacts négatifs

Les impacts négatifs qui peuvent se découler de la mise en place du RAC au niveau du site touristique n°6 vont surtout se manifester pendant la phase d'exécution des travaux et au niveau des composantes suivantes :

- Une fermeture du site touristique lors des travaux d'excavation, terrassement et la mise en place du pilote ;
- L'importance des engins et ouvrier à mobiliser va engendrer le bruit, la perturbation de la circulation ;
- Un risque de contamination des ouvriers par la manipulation des boues lors des opérations de curage.

IX.10.3 Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Les impacts négatifs identifiés sont temporaires et liés à la phase de construction.

Par rapport à ces impacts, les mesures d'atténuation suivantes peuvent être prises :

- Information et sensibilisation de la population par l'installation des panneaux de signalisation du chantier ;
- Protection des ouvriers de gestion des ouvrages d'assainissement par les équipements de protection (gants, boots, ...) et par la vaccination périodique contre les infections.

IX.12 Conclusion

Le premier critère de sélection d'un site touristique pour la mise en place de la solution est l'acceptabilité et l'adhésion à l'idée du projet par son propriétaire.

En tenant compte des facteurs physiques, naturels et sociaux caractérisant la zone d'étude, la technologie est le réacteur anaérobie compartimenté simplifié tubulaire avec 2 modules de 8 EH et à 6 compartiments chacun, et avec un support de biomasse.

La technologie adoptée est caractérisée par un prix de transport réduit vu que les matériaux sont légers, une mise en place facile, une emprise du sol exigée minimale, un agencement adapté à l'espace disponible au niveau de l'unité touristique n°6 choisie, une rétention accrue de la biomasse grâce au gravier au niveau du dernier compartiment, et un cout d'investissement abordable.

Les eaux issues du RAC vont être réutilisées pour l'irrigation de la parcelle de l'unité touristique, et vont permettre de couvrir totalement le besoin mensuel minimum d'un hectare des cultures suivantes : palmier, olivier, amandier, grenadier, pommier, poirier au niveau de la parcelle de l'unité touristique.

Conclusions et recommandations

Cette étude a pour objectif la conception et le dimensionnement d'une solution de collecte, traitement et réutilisation des eaux usées adaptée aux unités touristiques de la vallée de Dadès.

La méthodologie de travail a consisté à effectuer des recherches bibliographiques en relation avec la thématique de l'étude, des enquêtes et entretiens avec la population et les acteurs locaux et des visites sur terrain.

L'analyse des données collectées a permis de tirer les conclusions suivantes :

- La visite des sept pilotes installés en 2016 au niveau du village Ait Idir a montré des défaillances du fonctionnement de l'ensemble des systèmes, dues principalement au manque d'entretien et de maintenance par les usagers, à l'exception d'un digesteur à biogaz ;
- Des propositions de réhabilitation ont été formulées pour chaque pilote;
- Les systèmes d'assainissement liquide, aussi bien au niveau des ménages que des unités touristiques, se limitent généralement à des puits perdus réalisés par la population locale sans aucun encadrement technique;
- La séparation des eaux usées grises et noires est effectuée par un faible taux de ménages et unités touristiques enquêtés (13% de l'échantillon enquêté : 15 ménages et 30 unités touristiques) ;
- La vidange des puits perdus est adoptée par 33% des ménages, alors qu'elle n'est pratiquée que par 13% des unités touristiques ;
- En haute saison, les unités touristiques rejettent leurs eaux usées directement dans l'oued de Dadès ;
- A l'exception des pilotes du village Ait Idir, il n'y a aucune pratique de traitement et réutilisation des eaux usées au niveau des ménages et sites touristiques enquêtés ;

L'adhésion aux projets d'installation de pilote d'assainissement autonome dépend essentiellement de l'acceptabilité sociale dans la zone d'étude. En effet, le premier critère de sélection d'une unité touristique pour la mise en place de la solution de collecte, traitement et réutilisation des eaux usées était l'accord et l'engagement de son propriétaire.

En tenant compte des facteurs physiques, naturels et sociaux caractérisant la zone d'étude, nous avons opté pour une technologie moins exigeante en matière d'entretien et de maintenance, facile à mettre en place, ne nécessitant pas une grande surface pour l'installation, permettant une réutilisation des eaux usées pour l'irrigation du jardin du site touristique et dont le coût d'investissement est abordable. Ainsi, la solution proposée est le réacteur anaérobie compartimenté simplifié tubulaire avec 2 modules de 8 EH (équivalent habitant) et à 6 compartiments chacun, et avec un support de biomasse.

En ce qui concerne la réutilisation, les eaux usées issues du RAC permettent de couvrir totalement le besoin mensuel minimum d'un hectare des cultures suivantes : palmier, olivier, amandier, grenadier, pommier, poirier au niveau du jardin de l'unité touristique.

Les principales recommandations et considérations futures issues de cette étude sont :

- Adoption d'une approche participative impliquant la population locale à toutes les phases du projet notamment au niveau de la préparation, l'identification, la conception et la réalisation du projet (le choix des sites, les systèmes d'épuration et le mode

d'utilisation des eaux usées épurées) afin d'en assurer une exploitation et une gestion durable ;

- Sensibilisation sur le danger du rejet et l'utilisation des eaux usées brutes ;
- Organisation des campagnes de sensibilisation sur les avantages de la réutilisation des eaux usées épurées ;
- Organisation des ateliers de formation en faveur des usagers sur le fonctionnement technique, l'entretien et la maintenance des pilotes ;
- Formation des techniciens des communes et de la population rurale sur l'entretien et la mise en bon fonctionnement des technologies adoptées ;
- Elaboration des fiches techniques sur l'entretien et la maintenance des systèmes en langue Arabe et Amazigh ;
- Engagement et adhésion des usagers pour la réussite du projet ;
- Généralisation de la technologie RAC aux autres unités touristiques de la vallée de Dadès ;
- Réalisation des études sur la valorisation des boues issues du RAC ;
- Analyse de la qualité des eaux issues du RAC, et le suivi de leur impact sur la qualité des sols et des eaux souterraines ;
- Recherche des sources de financement pour les projets d'assainissement.

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- (s.d.). Récupéré sur Climate Data: fr.climate-data.org
- (s.d.). Récupéré sur CRI Draa Tafilalet: <https://crindraatafilalet.ma/monographie/>
- ABHDON. (s.d.). Fichier Excel Pluviométrie des stations.
- ABH-GZR. (Juin 2019). Etude d'actualisation du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau des bassins hydrauliques du Guir-Ziz-Rhéris et Maider, Agence du Bassin Hydraulique du Guir-Ziz-Rhéris, Rapport de synthèse, Version provisoire.
- ABHSMD, ANZAR Conseil. (2014). Etude du schéma directeur de l'assainissement liquide des populations rurales de la Vallée de Dades .
- ABHSMD, Waman Consulting. (2010). Etude d'évaluation des ressources en eau souterraines dans les bassins de Draa et Guelmim.
- Afli, A. (1996). Contrainte et perspective de développement de la réutilisation des eaux usées traitées cas de le Tunisie et du Maroc. IAV Hassan II .
- Agoussine Mbarek, E. S. (2004). Reconnaissance des ressources en eau du bassin d'Ouarzazate.
- Allen et al. (1998). Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. (R. P. Allen, Éd.) Rome. Récupéré sur European Environment Agency.
- ANDZOA. (2016, Novembre 15). COP22 : Présentation de l'Initiative Oasis Durable par M. le Ministre de l'Agriculture. Récupéré sur <http://andzoa.ma>
- ANSES. (2012). Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries.
- Aquatiris. (2015). Système d'assainissement des usées de la laverie de Ksar Isilf - Etude réalisée par Thibaut Demaegdt, Bureau d'étude en assainissement spécialisé en phytoépuration, membre du réseau Aquatiris.
- Asano, T. (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library.
- AZZIOUI, L. (s.d.). Chef du service d'assainissement liquide chez la Direction de l'Eau et de l'Assainissement, Ministère de l'Intérieur.
- Banque Mondiale, ONU pour l'Alimentation et l'Agriculture et données d'AQUASTAT. (s.d.). Ressources renouvelables d'eau douce intérieures. Récupéré sur <https://donnees.banquemondiale.org>
- Bassuney D.M. et al. (2013). Performance of an Anaerobic Baffled Reactor (ABR).
- BAUMONT Samuel et al. (s.d.). Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Observatoire Régional de Santé d'Ile-de-France, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France, France.

- Bechac, J. (1987). Traitement des eaux usées. Edition Eyrolles.
- BOUTIN et al. (2008). Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT). Convention de partenariat ONEMA-Cemagref.
- Brahim Soudi, D. X. (2007). Guide technique de réutilisation en agriculture des eaux usées épurées et des boues des stations d'épuration.
- BTS GT DIGEO. (2016, Octobre 16). Nécessaire pour restituer au milieu naturel des eaux satisfaisant un objectif de qualité préalablement défini. Récupéré sur <https://m.20-bal.com/ekonomika>
- BZIOUI, M. (2004). Rapport national 2004 sur les ressources en eau au Maroc. UN Water-AFRICA.
- Ceseau. (2020, décembre 5). Comment fonctionnent les stations d'épuration. France. Récupéré sur <https://www.ceseau.org>
- Département de l'environnement - Ministère de l'énergie, des mines et de l'environnement. (2022). Récupéré sur [siredd environnement: https://siredd.environnement.gov.ma/Draa-Tafilalet/](https://siredd.environnement.gov.ma/Draa-Tafilalet/)
- Derko, K. (2005). Guide pour l'assainissement liquide des douars marocains.
- Direction de la Région Hydraulique - GRZ. (2006). Etude de mise en place d'un SIG dans les bassins de Guir-Ziz-Rhèris et Maider.
- Direction de la Région Hydraulique du Guir-Rhèris-Ziz / Errachidia. (Mars 2011). Actualisation du Plan Directeur d'Amenagement Intégré des Ressources en Eau des bassins de Guir-Ghris-Ziz et Maider -phase 1- Provinces Errachidia, Ouarzazate, Zagora et Figuig. Ministère de l'Energie et des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement.
- DRPE, G. (s.d.). Guide d'Assainissement Durable dans le Milieu Rural Marocain Catalogue des technologies et outils d'aide à la décision.
- Ducorps, E. (2009). REACTEUR BIOLOGIQUE SEQUENTIEL RETOURS D'EXPERIENCE.
- ECOSSE, D. (2001). Réutilisation des eaux usées. Récupéré sur <https://www.u-picardie.fr/beauchamp/duce/ecosse/ecosse.htm>
- ElHamouri. (2012). Production du biogaz à partir de petite station d'épuration : expérience IAV Hassan II. Département Génie Rural Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.
- ELMEKNASSI, E. Y. (2021). La Réutilisation des eaux usées traitées en irrigation : Expériences marocaines et internationales. Département Génie Rural, IAV Hassan II, Rabat.
- Etienne, D. (2009). Reacteur Biologique Séquentiel Retours d'expérience .
- Faby J.A et al. (1997). L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau.

- FAO. (1977). FAO Irrigation and Drainage (Vol. Paper 24). (D. a. Pruitt, Éd.)
- FAO. (2019). Gestion de l'eau pour une agriculture intelligente face au climat. Agriculture Intelligente Face au Climat.
- FIA. (2021). Récupéré sur www.aqua-fia.com.
- Franceys R, P. J. (1995). Guide de l'assainissement individuel, OMS. Genève.
- Gabert, J. (2018). Mémento de l'assainissement, Chapitre 8.
- GIZ. (2020). Guide d'assainissement durable en milieu rural marocain - Catalogue des techniques et outils d'aide à la décision. (M. E. Pierre Guillibert, Éd.) Maroc. Récupéré sur <http://www.agire-maroc.org>
- GIZ. (s.d.). Projet d'assainissement écologique rural et de gestion des eaux pluviales au Maroc
- GUIDEnR HQE. (2020). Dispositifs d'épuration des eaux usées. Récupéré sur GUIDEnR Haute Qualité Environnementale: <http://www.hqe.guidenr.fr>
- Haut Commissariat au Plan. (2006). Statistiques environnementales du Maroc. RABAT .
- Haut Commissariat au Plan. (2015). Population légale des régions, provinces, préfectures, municipalités, arrondissement et communes du royaume d'après les résultats du RGPH 2014.
- HCP – Direction Régionale de Draa-Tafilelt. (2016). Monographie régionale de Draa-Tafilelt.
- HCP. (2014). Fiche sur la cartographie des douars selen le RGPH de 2014.
- HCP, Eurostat et EUROMED. (2006). Statistiques environnementales au Maroc.
- KEDDAL, H. (2007). Guide pratique pour la récupération des eaux pluviales au Maroc. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement - Direction du Partenariat et de la Communication et de la Coopération, TARGE Pour le développement durable.
- Mara, D. (1980). Sewage treatment in hot climates. John Wiley and Sons.
- Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et des Forêts et Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement. (s.d.). Projet de Renforcement des Capacités sur l'Utilisation sans danger des Eaux Usées en Agriculture, Rapport National du Maroc. Programme mixte FAO/UNW-DPC/UNU-INWEH.
- Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Environnement. (2008).
- Ministère de l'Economie, des Finances et de la Réforme de l'Administration . (2019). Profils régionaux.
- Ministère de l'Energie des Mines et de l'Environnement Département de l'Environnement. (2018). Récupéré sur <http://www.environnement.gov.ma/fr>

- Ministre de l'Energie des Mines et de l'Environnement Département de l'Environnement. (2019). Le Programme National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées (PNA). Récupéré sur <http://www.environnement.gov.ma/fr/>
- Monographie générale de la région Drâa-Tafilalet. (2015). Direction générale des collectivités locales.
- Monvois J, G. J. (2010). Choisir des solutions techniques adaptées pour l'assainissement liquide n°4.
- Office National de l'Eau Potable. (2019). Etude du Schéma Directeur d'assainissement liquide de la ville de Tinghir.
- OMS. (2012). DIRECTIVES OMS POUR L'UTILISATION SANS RISQUE DES EAUX USÉES, DES EXCRETA ET DES EAUX MÉNAGÈRES Volume II Utilisation des eaux usées en agriculture.
- OMS. (2016). La planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement.
- ONEE. (2011). Assainissement Liquide du centre d'El Brouj : Etude d'impact sur
- ONEE. (2020). Liste des villages (PERG) mis sous tension à fin décembre 2020.
- ONEE-Branche Eau (Province de Tinghir). (2016). Etude d'AEP des localités rurales situées dans la zone nord du bassin hydraulique de Maider - Avant Projet Sommaire.
- ORMVA de Ouarzazate. (2006). Etude du Schéma Directeur des Aménagements de PMH dans le sous bassin du Toudgha et ses affluents. Périmètre de Toudgha, Cercle de Boumane, Province de Ouarzazate.
- ORMVA de Ouarzazate. (2007). Mémoire explicatif du périmètre de Toudgha. Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et des Pêches Maritimes.
- ORMVA de Tafilalet . (2021). Récupéré sur <https://www.ormvatafilalet.ma>
- Patritsia-Maria Stathatou & Al. (2014, July). Treated wastewater reuse potential: mitigating water scarcity problems in the Aegean islands (modifié et adapté). Article in Desalination and Water Treatment.
- Plan d'action de Boumalen Dades. (2017-2022).
- Profils régionaux. (s.d.). Ministère de l'économie, des finances, et de la réforme de l'administration, Maroc.
- Programme AGIRE GIZ. (2020). Guide du réacteur anaérobie compartimenté et ses variantes : dimensionnement, construction et entretien. Récupéré sur <http://www.agire-maroc.org>
- Programme AGIRE GIZ. (2020). Plans type des ouvrages d'assainissement rural : Fosse septique, digesteur, puits d'infiltration, tranchée d'infiltration, filtre planté horizontal et plantation de biomasse. Maroc. Récupéré sur <http://www.agire-maroc.org>
- Puil, C. (1998). La réutilisation des eaux usées urbaines après épuration.

- Rachel McDonnell. (2021, March 19). Morocco's decision to publish drought maps could benefit the whole MENA region . (C. C. Director - Water, Éd.) Récupéré sur <http://www.iwmi.cgiar.org>
- Rodier, J. (1996). L'analyse de l'eau. Jean-Marc Quilbé, 8ème édition.
- Sasse, L. (1998). DEWATS - Systèmes Décentralisés de Traitement des Eaux Usées des Pays en Voie de Développement . BORDA-Bremen Overseas Research and Development Association.
- SDNAL. (2015). Schéma Directeur National d'Assainissement Liquide (SDNAL).
- Shuval et al. (1986). Wastewater irrigation in developing countries: Health effects and technical solutions. UNPP Project Management report 6 , Washington, US.
- Sofyan, M. (2014). DYNAMIQUES DU SYSTEME OASIEN DANS LE VERSANT SUD DE L'ATLAS MAROCAIN : ENTRE MOBILITE ET PLURIACTIVITE. ISTOM.
- SOUDI, B. (2018). Appui à la promotion de la réutilisation des eaux usées par le renforcement des aspects institutionnels, réglementaires et financières, ainsi que des démarches participatives, des mesures incitatives et la sensibilisation. Finale du rapport global, LDK Consultants Engineers & Planners SA.
- Système d'Information Régional de l'Environnement et du Développement Durable (SIREDD) de la Région de Draa-Tafilelt . (s.d.). Récupéré sur <https://siredd.environnement.gov.ma/Draa-Tafilelt>
- TAÏBI AUDE NUSCIA, E. H. (2004). IDENTIFICATION ET SUIVI DES PROCESSUS DE LA DÉGRADATION DU MILIEU DANS LE BASSIN DE L'OUED DADÈS (MAROC) PAR TÉLÉDÉTECTION SATELLITAIRE ET AÉRIENNE. Paris: CONTEMPORARY PUBLISHING INTERNATIONAL.
- Thevenot Daniel, M. A. (2014). Gestion et traitement de l'eau à Singapour : que retenir ?
- Tilley, E. et al. (2014). Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Récupéré sur www.sandec.ch/compendium_fr
- Trecolle, L. R. (1994). Encyclopédie berbère - Dadès.
- WWF. (s.d.). Energie et climat. Récupéré sur <https://www.wwf.ma>

ANNEXES

Annexe 1 : Carte de l'hydrologie des bassins du Moyen Draa, Haut Draa et de Guelmim

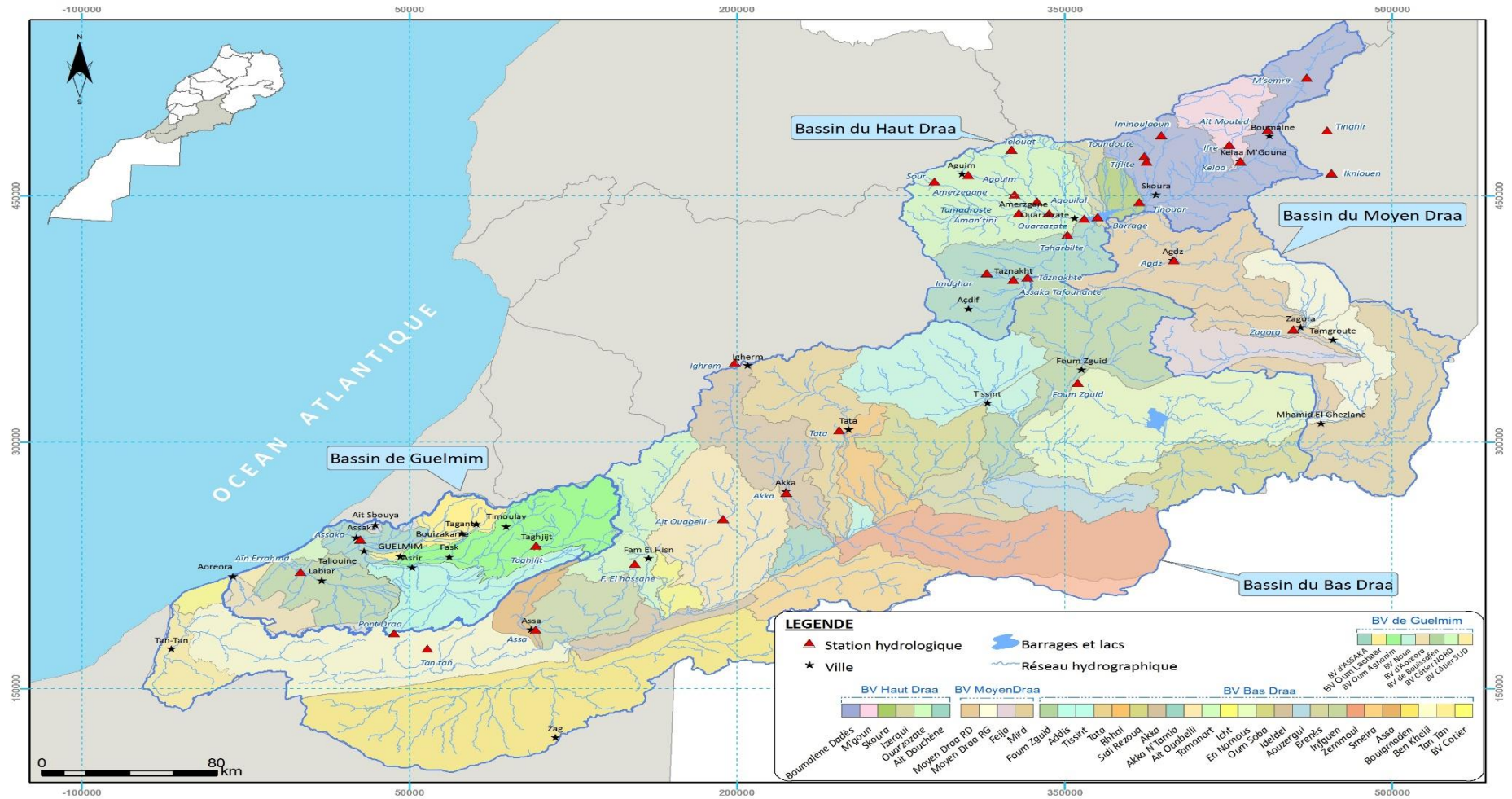


Figure 138 : Carte de l'hydrologie des bassins du Moyen Draa, Haut Draa et de Guelmim (ABHDON, s.d.)

Annexe 2 : Liste des personnes rencontrées

Tableau 36 : Liste des personnes rencontrées pendant la mission de terrain

Nom et prénom	Fonction/Organisme
El Moussaoui Moulay Said	Commune Ait Sedaret Jbel Soufla
Dakhissi Jamal	Commune Ait Sedaret Jbel Soufla
Kachcha Mohamed	Municipalité Boumalne Dadès
Oujnan Abdellah	Commune Ait Youle
Allali Mohamed	Municipalité Boumalne Dadès
Bouyghf Othmane	ORMVA Ouarzazate
Baba Mourad	ANDZOA Ouarzazate
Allaoui Yacine	ANDZOA Ouarzazate
Abdellaoui Abdellah	ORMVA Ouarzazate
Ouffa Ahmed	Subdivision Agricole Boumalne Dadès
Lemkeddem Asmae	Subdivision Agricole Boumalne Dadès

Annexe 3 : Questionnaire adressé aux bénéficiaires des sites pilotes GIZ
Questionnaire adressé aux bénéficiaires des sites pilotes GIZ

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Emplacement (Commune, Village) :

Coordonnées géographiques :

--	--

Type de pilote :

- Toilette de Déshydratation et à Séparation d'Urine
- Digesteur à biogaz
- Réacteur Anaérobie Compartimenté

Année de mise en place du pilote :

Qu'est-ce qui vous a encouragé à accepter ce système au début ?

.....

CAS : DIGESTEUR A BIOGAZ OU REACTEUR ANAEROBIE COMPARTIMENTE

Le système est-il fonctionnel actuellement ?

- Oui
- Non

Si Non, pourquoi ?

Si Oui,

Est-ce qu'il y a production de biogaz ?

- Oui
- Non

Si Non,

a. Pourquoi ?

b. Depuis quand la production de biogaz a-t-elle cessé ?

Si oui,

a. Fréquence de production du biogaz :

b. Mode d'utilisation :

Mode de réutilisation des eaux usées par le digesteur :

- Irrigation
- Autres :

Si irrigation,

a. Irrigation de :

- Jardin du ménage
- Exploitation agricole

- b. Volume des eaux usées traitées produit :
- c. Est-ce que vous mélangez les eaux usées traitées et l'eau de la seguia ou puits pour l'irrigation ?
 - Oui
 - Non
- d. Superficie irriguée :
- e. Cultures irriguées :
- f. Fréquence d'irrigation :

Est-ce que vous avez déjà fait une vidange du système ?

- Oui
- Non

Si Non, pourquoi ?

Si Oui, avec quelle fréquence ?

Mode de vidange ?

- Camion de la commune
- Camion de la municipalité
- Prestataire de vidange
- Le propriétaire loue une pompe et vidange le système lui-même
- Vidange manuelle
- Autres :

Est-ce que les boues sont traitées, réutilisées ou mises en décalage ?

- Traitées et réutilisées
- Mises en décalage
- Autres ?

Si elles sont mises en décalage, où ?

Si elles sont traitées et réutilisées, comment ?

Quels sont les avantages du pilote pour vous ?

.....

Quels sont les inconvénients du pilote ?

.....

Est-ce que vous avez un guide technique d'entretien du système ?

- Oui
- Non

Selon vous, quelles sont les solutions de réhabilitation ?

.....

CAS : TOILETTES DE DESHYDRATATION ET A SEPARATION DE FECES

Le système est-il fonctionnel actuellement ?

- Oui
- Non

Si Non, pourquoi ?

Si Oui ,

Quelle est la durée de stockage des fèces ?

Quelle est la durée de stockage des urines ?

Est-ce que vous avez déjà fait une vidange du système ?

- Oui
- Non

Si Non, pourquoi ?

Si Oui,

a. Avec quelle fréquence ?

b. Description du mode de vidange :

.....

Que faites-vous des fèces déshydratées ?

Quel est le mode de réutilisation des urines ?

Quels sont les avantages du pilote pour vous ?

.....

Quels sont les inconvénients du pilote ?

.....

Est-ce que vous avez un guide technique d'entretien du système ?

- Oui
- Non

Selon vous, quelles sont les solutions de réhabilitation ?

.....

Annexe 4 : Questionnaire adressé aux ménages

Questionnaire adressé aux ménages

N° de la fiche :

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Emplacement (commune, Village) :

Coordonnées géographiques

COMPOSITION DE LA FAMILLE

1. Nombre de personnes dans la maison :

JARDINAGE

2. Exercez-vous le jardinage ?

- Oui
 Non

3. Qui est responsable du jardin au sein de la famille?

4. Quelle est la taille du jardin (m²) ?

5. Quels sont les produits cultivés dans le jardin?

6. Est-ce que vous irriguez votre jardin ?

- Oui
 Non

7. Quelle est la source d'eau utilisée pour l'irrigation du jardin?

- Seguia
 Puits individuel
 Eau de la commune
 Eau de l'association locale

8. Utilisez-vous des engrais dans le jardin ?

- Oui
 Non

9. Si oui, lesquels ?

10. Utilisez-vous des pesticides ?

- Oui
 Non

11. Si oui, lesquels ?

AGRICULTURE

12. Exercez-vous l'agriculture ?

- Oui
 - Non
13. Si oui, qui en est responsable au sein de la famille ?
14. Est-ce que vous collaborez avec d'autres paysans (terrains cogérés ?)
- Oui
 - Non
15. Quelle est la taille des terrains en (ha) ?
16. Quelles cultures pratiquez-vous ?
17. Quelle est la source d'eau pour l'irrigation ?
- Seguia
 - Puits individuel
 - Eau de la commune
 - Eau de l'association locale
18. Utilisez-vous des engrais ?
- Oui
 - Non
19. Si oui, lesquels ?
20. Utilisez-vous des pesticides ?
- Oui
 - Non
21. Si oui, lesquels ?
22. Avez-vous des animaux ?
- Oui
 - Non
23. Nombre d'animaux

Bovins	Ovins	Caprins	Volaille

24. Est-ce que vous donnez du fourrage à vos animaux ?
- Oui
 - Non
25. A quelle distance se trouve l'étable de la maison ?
26. Où et pendant combien de temps stockez-vous le fumier ?
27. Comment le fumier est-il utilisé ?

APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

28. Type d'alimentation en eau potable :
- Puits individuel
 - Eau de l'association locale
 - Eau de la commune
 - Seguia
 - Autres :
29. Si puits individuel, quelle est sa profondeur ?

30. Existence de nappe :

- Oui
- Non

31. Si oui, quelle est sa profondeur ?

32. Distance approximative entre le ménage et l'oued ?

APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

33. Quelle est votre source d'énergie :

- Electricité
- Gaz
- Bois
- Solaire
- Eolienne
- Autres :

ASSAINISSEMENT

34. Equipements sanitaires existants

Equipement sanitaire	Toilette turque à chasse d'eau manuelle	Toilette moderne à chasse d'eau installée	Douche	Lavabo	Autres :
Nombre					

35. Système d'évacuation des eaux usées

- Fosse septique
- Puits perdu
- Connexion réseau d'égout
- Autres :

36. Si fosse septique ou puits perdu,

- a. Nombre ?
- b. L'année de mise en place ?
- c. Dimensions ?
- d. Distance par rapport à l'oued ?

37. Séparation eaux grises et eaux noires ?

- Oui
- Non

38. Si Oui, mode de séparation ?

- Un puits pour les eaux grises et un puits pour les eaux noires
- Eaux noires vers le puits perdu et les eaux grises jetées dans la rue
- Autres :

39. Est-ce que vous avez déjà fait une vidange pour votre Toilette/ fosse septique/ puits perdu. ?

- Oui
- Non

40. Si Non, pourquoi ?

41. Si Oui, avec quelle fréquence ?
42. Mode de vidange ?
- Camion de la commune
 - Camion de la municipalité
 - Prestataire de vidange
 - Le propriétaire loue une pompe et vidange le système lui-même
 - Vidange manuelle
 - Autres :
43. Est-ce que les boues sont traitées, réutilisées ou mise en décalage ?
- Traitées et réutilisées
 - Mises en décalage
 - Autres ?
44. Si elles sont mises en décalage, où ?
45. Si elles sont traitées et réutilisées, comment ?
46. Quelle est la distance entre le puits individuel et le puits perdu ?

PRATIQUE DE LA LESSIVE

47. Vous faites de la lessive dans
- Lavoir
 - L'oued
 - Machine à laver
 - Autres :
48. Si dans l'oued, .
- a. Combien de fois par mois ?
 - b. Seriez-vous intéressés par un projet de laverie collective au lieu de faire la lessive à l'oued ?
 - Oui
 - Non
 - c. Si Non, pourquoi ?
49. Connaissez-vous des voisins qui font la lessive dans l'oued ?
- Oui
 - Non

GESTION DES DECHETS MENAGERS

50. Où sont rejetées les ordures ?
- Ramassage à domicile par le camion de la commune
 - Bac dépotoir
 - Trou dans la maison
 - Tas sauvage
 - Tas sauvage devanture

- Autres :
51. Si ramassage à domicile par le camion de la commune, combien de fois par semaine ?

GESTION DES EAUX PLUVIALES

52. Collectez-vous les eaux pluviales dans votre maison ?
- Oui
- Non
53. Si non, pourquoi ?
54. Si oui,
- a. Par quelle technique ?
- b. Quelles utilisations faites-vous de l'eau collectée ?
- c. Est-ce qu'il y a des problèmes dans l'installation de collecte des eaux pluviales ?
- Oui
- Non
- d. Si oui lesquels ?
55. Est-ce qu'il y a déjà eu des problèmes d'inondation dans le village ?
- Oui
- Non
56. Si oui, quelles sont les dégâts causés ?
57. Est-ce que vous êtes favorable à l'implémentation de techniques innovantes de gestion des eaux pluviales :
- Oui
- Non
58. Si Non, pourquoi ?

PROBLEMES RENCONTRES AVEC L'INFRASTRUCTURE

59. Les Toilettes ont-elles des problèmes de fonctionnement ?
- Oui
- Non
- Pas de Toilettes
60. Si oui, nature des problèmes rencontrés les plus importants
- Odeurs
- Mouches
- Entretien difficile
- Rupture de la dalle
- Manque d'intimité
- Pas pratique à l'usage
- Stagnation d'eau sur la dalle
- Montée des eaux pendant l'hivernage
- Autre :
61. Est-ce qu'il y a d'autres problèmes liés à l'infrastructure ou l'approvisionnement en eau/assainissement/énergie qui sont rencontrés en hiver ?
- Oui

Non

62. Si Oui, Lesquels ?

ACCEPTABILITE DU TRAITEMENT ET REUTILISATION DES EAUX USEES

1. Etes-vous intéressé par une solution de traitement des eaux usées ?

Oui

Non

2. Si Non, pourquoi ?

3. Etes-vous intéressé par une solution de réutilisation des eaux usées traitées (pour l'irrigation par exemple) ?

Oui

Non

4. Si Non, pourquoi ?

Annexe 5 : Caractéristiques géographiques et générales des unités touristiques enquêtées

Tableau 37 : Caractéristiques géographiques et générales des unités touristiques enquêtées

N° de l'unité	Type de l'unité	Date de construction	Surface en m ²	Longitude O	Latitude N	Village	Distance approximative de l'oued (m)
1	Auberge	2016	156	5°56'25''	31°30'32''	Ait Oufi	400
2	Maison d'hôtes	1997	950	5°56'12''	31°30'42''	Ait Oufi	25
3	Riad	2008	144	5°55'31''	31°31'49''	Ait Oufi	350
4	Maison d'hôtes	2010	225	5°58'05''	31°28'03''	Ait Arbi	50
5	Hôtel	2010	600	5°55'42''	31°31'21''	Ait Oufi	15
6	Auberge	2006	900	5°56'02''	31°30'53''	Ait Oufi	20
7	Hôtel	2018	900	5°57'56''	31°27'30''	Tamelalet	120
8	Hôtel	1988	1300	5°55'58''	31°31'04''	Ait Oufi	30
9	Maison d'hôtes	2020	264	5°56'47''	31°20'21''	Ait Oudinar	40
10	Hôtel	2000	8000	5°58'23''	31°26'50''	Tamelalet	100
11	Hôtel	2020	1200	5°56'10''	31°30'43''	Ait Oufi	30
12	Hôtel	2019	230	5°57'59''	31°29'41''	Ait Idir	40
13	Auberge	1986	150	5°55'45''	31°31'19''	Ait Oufi	12
14	Hôtel	2021	150	5°56'43''	31°30'21''	Ait Oufi	10
15	Maison d'hôtes	2019	-	5°57'55''	31°27'0''	Ait Ouglif	55
16	Hôtel	1993	60	5°55'60''	31°31'2''	Ait Oufi	30
17	Maison d'hôtes	2012	1200	5°57'55''	31°27'0''	Imzzoudar	300
18	Hôtel	2006	1000	5°55'32''	31°31'47''	Ait Oufi	20
19	Auberge			5°55'39''	31°31'24''	Ait Oufi	
20	Maison d'hôtes	2016	600	5°55'56''	31°31'04''	Ait Oufi	50
21	Auberge	1996	-	5°58'08''	31°27'08''	Ait Ouglif	100
22	Auberge	-	-	5°55'40''	31°31'22''	Ait Oufi	5
23	Hôtel	1997	625	5°59'34''	31°26'20''	Sidi Boubker	200
24	Auberge	1992	200	5°59'09''	31°26'40''	Tamelalet	100
25	Riad	2010	-	5°55'51''	31°31'11''	Ait Oufi	20
26	Auberge	2018	-	5°59'28''	31°26'25''	Sidi Boubker	100
27	Kasbah	2015	800	5°57'33''	31°28'52''	Sidi Daoud	400
28	Hôtel	-	-	5°55'51''	31°31'10''	Ait Oufi	70
29	Riad	-	-	5°56'33''	31°30'28''	Ait Oufi	85
30	Auberge	2012	-	5°55'39''	31°30'56''	Ait Oufi	65

Annexe 6 : Questionnaire adressé aux unités touristiques

Questionnaire adressé aux unités touristiques

N° de la fiche :

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Emplacement (Commune, Village) :

Coordonnées géographiques :

CARACTERISTIQUES DE L'UNITE TOURISTIQUE

5. Nom de l'établissement touristique :

6. Age de l'unité touristique :

7. Superficie de l'unité touristique (m²) :

8. Type de l'unité touristique :

- Maison d'hôtes
- Auberge
- Kasbah
- Hôtel
- Riad
- Gite
- Camping
- Autres :

9. Distance approximative de l'oued

10. Nombre de :

- Chambres :
- Lits :
- Restaurant :
- Cuisine :
- Piscine :
- Jardin :

11. Quels sont les mois et le nombre de touristes pendant :

- Haute saison :
- Basse saison :

ALIMENTATION EN EAU POTABLE

12. Quelles sont les sources d'approvisionnement en eau ?

- Commune
- Association locale

- Puits individuel
- Seguia
- Autres :

13. Si puits individuel, date de construction et dimensions ?

14. Quelle est la source d'eau pour :

	Cuisine	Toilettes	Douche	Lavabo	Piscine	Jardin	Eau potable
Source d'eau							

15. Consommation en eau en moyenne (m3/mois) :

16. Combien payez-vous pour votre consommation mensuelle (montant approximatif) ?

ASSAINISSEMENT

17. Equipements sanitaires existants

Equipement sanitaire	Toilette turque à chasse d'eau manuelle	Toilette moderne à chasse d'eau installée	Douche	Lavabo	Autres :
Nombre					

18. Système d'évacuation des eaux usées utilisé

- fosse septique
- puits perdus
- connexion réseau d'égout
- rejet direct vers l'oued
- Autres :

19. Si fosse septique ou puits perdu,

- e. Nombre ?
- f. L'année de mise en place ?
- g. Dimensions ?
- h. Distance par rapport à l'oued ?

20. Séparation eaux grises eaux grises ?

- Oui
- Non

21. Si Oui, mode de séparation ?

- Un puits pour les eaux grises et un puits pour les eaux noires
- Eaux noires vers le puits perdu et les eaux grises jetées dans la rue
- Autres :

22. Est-ce que vous avez déjà fait une vidange pour votre système d'évacuation ?

- Oui
- Non

23. Si Non, pourquoi ?

24. Si Oui, avec quelle fréquence ?

25. Mode de vidange ?

- Camion de la commune
- Camion de la municipalité
- Prestataire de vidange
- Le propriétaire loue une pompe et vidange le système lui-même
- Vidange manuelle
- Autres :

26. Est-ce que les boues sont traitées, réutilisées ou mise en décalage ?

- Traitées et réutilisées
- Mises en décalage
- Autres ?

27. Si elles sont mises en décalage, où ?

28. Si elles sont traitées et réutilisées, comment ?

29. Est-ce que vous faites de la réutilisation des eaux usées ?

- Oui
- Non

30. Si oui, pour quelle utilisation ?

31. Quelle est la distance entre le puits individuel et le puits perdu ?

GESTION DES DECHETS

32. Où sont rejetées les ordures ?

- Ramassage à domicile par le camion de la commune
- Bac dépotoir
- Trou dans la maison
- Tas sauvage
- Tas sauvage devanture
- Autres :

33. Si ramassage à domicile par le camion de la commune, combien de fois par semaine ?

GESTION DES EAUX PLUVIALES

34. Collectez-vous les eaux pluviales dans votre maison ?

- Oui
- Non

35. Si non, pourquoi ?

36. Si oui,

- a. Par quelle technique ?
- b. Quelles utilisations faites-vous de l'eau collectée ?
- c. Est-ce qu'il y a des problèmes dans l'installation de collecte des eaux pluviales ?
 - Oui
 - Non
- d. Si oui lesquels ?
.....

37. Est-ce qu'il y a déjà eu des problèmes d'inondation dans le village ?

- Oui
- Non

38. Si oui, quelles sont les dégâts causés ?

39. Est-ce que vous êtes favorable à l'implémentation de techniques innovantes de gestion des eaux pluviales :

- Oui
- Non

40. Si Non, pourquoi ?

PROBLEMES RENCONTRES AVEC L'INFRASTRUCTURE

41. Les Toilettes ont-elles des problèmes de fonctionnement ?

- Oui
- Non
- Pas de Toilettes

42. Si oui, nature des problèmes rencontrés les plus importants

- Odeurs
- Mouches
- Entretien difficile
- Rupture de la dalle
- Manque d'intimité
- Pas pratique à l'usage
- Stagnation d'eau sur la dalle
- Montée des eaux pendant l'hivernage
- Autre :

.....

43. Est-ce qu'il y a d'autres problèmes liés à l'infrastructure ou l'approvisionnement en eau/assainissement/énergie qui sont rencontrés en hiver ?

- Oui
- Non

44. Si Oui, Lesquels ?

ACCEPTABILITE DU TRAITEMENT ET REUTILISATION DES EAUX USEES

45. Etes-vous intéressé par une solution de traitement des eaux usées ?

- Oui
- Non

46. Si Non, pourquoi ?

47. Etes-vous intéressé par une solution de réutilisation des eaux usées traitées (pour l'irrigation par exemple) ?

- Oui
- Non

48. Si Non, pourquoi ?

Annexe 7 : Formules de la feuille de calcul du RAC classique (Sasse, 1998)

$$C5 = A5/B5 \text{ et } F5 = D5/E5$$

$$K5 = G5/0,6 * SI (J5 < 1 ; J5 * 0,3 ; SI (J5 < 3 ; (J5 - 1) * 0,1 / 2 + 0,3 ; SI (J5 < 30 ; (J5 - 3) * 0,15 / 27 + 0,4 ; 0,55)))$$

Le coefficient 0,6 a été déterminé de façon empirique.

$$A11 = K5 * A12 \text{ et } B11 = D5 * (1 - K5) \text{ et } C11 = E5 * (1 - A11) \text{ et } D11 = B11 / C11$$

$$E11 = SI (J23 < 6 ; 1 ; 1 - (J23 - 6) * 0,28 / 14$$

$$F11 = SI (C11 < 150 ; C11 * 0,37 / 150 + 0,4 ; SI (C11 < 300 ; (C11 - 150) * 0,1 / 150 + 0,77 ; SI (C11 < 500 ; (C11 - 300) * 0,08 / 200 + 0,87 ; SI (C11 < 1000 ; (C11 - 500) * 0,1 / 500 + 0,95 ; SI (C11 < 3000 ; (C11 - 1000) * 0,1 / 2000 + 1,05 ; 1,15))))))$$

$$G11 = SI (H5 < 15 ; (H5 - 10) * 0,25 / 5 + 0,55 ; SI (H5 < 20 ; (H5 - 15) * 0,11 / 5 + 0,8 ; SI (H5 < 25 ; (H5 - 20) * 0,09 / 5 + 0,91 ; SI (H5 < 30 ; (H5 - 25) * 0,05 / 5 + 1 ; (H5 - 30) * 0,03 / 5 + 1,05))))$$

$$H11 = SI (J17 = 1 ; 0,4 ; SI (J17 = 24 ; 0,7 ; SI (J17 = 3 ; 0,9 ; (J17 - 3) * 0,06 + 0,9)))$$

$$I11 = SI (I23 < 5 ; I23 * 0,51 / 5 ; SI (I23 < 10 ; (I23 - 5) * 0,31 / 5 + 0,51 ; SI (I23 < 25 ; (I23 - 12) * 0,18 / 15 + 0,82 ; 1)))$$

$$J9 = E11 * F11 * G11 * H11 * I11 \text{ et } J11 = SI (J9 < 0,8 ; J9 ; SI (J9 * (1 - 0,37 * ((J9) - 0,8)) < 0,95 ; J9 * (1 - 0,37 * ((J9) - 0,8)) ; 0,95))$$

$$K11 = (1 - J11) * C11$$

$$A12 = SI (K5 < 0,5 ; 1,06 ; SI (K5 < 0,75 ; (K5 - 0,5) * 0,065 / 0,25 + 1,06 ; SI (K5 < 0,85 ; 1,125 - (K5 - 0,75) * 0,1 / 0,1 - 1,025)))$$

$$K12 = SI (A17 < 0,5 ; 1,06 ; SI (A17 < 0,75 ; (A17 - 0,5) * 0,065 / 0,25 + 1,06 ; SI (A17 < 0,85 ; 1,125 - (A17 - 0,75) * 0,1 / 0,1 - 1,025)))$$

$$A17 = 1 - K11 / E5 \text{ B17} = A17 / K12 \text{ C17} = (1 - B17) * D5$$

$$F17 = 0,005 * SI (I5 < 36 ; 1 - 15 * 0,014 ; SI (I5 < 120 ; 0,5 - (I5 - 36) * 0,002 ; 1/3))$$

$$G17 = SI (At1 > 0 ; SI (F17 * (E5 - C11) / 1000 * 30 * I5 * A5 + J5 * C5 < 2 * J5 * C5 ; 2 * J5 * C5 ; F17 * (E5 - C11) / 1000 * 30 * 15 * A5 + J5 * C5) ; 0) / D17 / E17$$

La formule tient compte du fait que le volume des boues ne doit pas dépasser la moitié du volume total et autorise que l'on se passe de décanteur.

$$A23 = K17 * 0,5 \text{ et } C23 = C5 / I17 \text{ et } D23 = C23 / B23 \text{ et } F23 = C5 / B23 / E23$$

$$H23 = (G23 + B23) * J17 * K17 * E23 \text{ et } I23 = H23 / (A5 / 24) / 105\%$$

$$J23 = C1 * C5 * 24 / H23 / 1000$$

$$K23 = (D5 - K11) * A5 * 0,35 / 1000 / 0,7 * 0,5$$

La réduction d'1 kg de la DCO entraîne la production de 350 litres de méthane.

Annexe 8 : Critères de réutilisation des EUT au Maroc

Tableau 38 : Critères de réutilisation des EUT au Maroc (Brahim Souidi, 2007)

Catégorie	A	B	C
Conditions de réutilisation	Irrigation des cultures consommées à l'état cru, des terrains de sport et des parcs	Irrigation des cultures céréalières, industrielles, fourragères, cultures pastorales et arbres fruitiers	Irrigation des cultures de la catégorie B si les agriculteurs, le public et les consommateurs n'y sont pas exposés
Groupes exposés	Agriculteurs Public Consommateurs	Agriculteurs	Néant
Nématodes intestinaux Moyenne logarithmique du nombre d'œufs par 100 ml	Absence	Absence	Sans objet
Coliformes fécaux Moyenne géométrique du nombre par 100ml	< 1000	Pas de standards recommandés	Sans objet
Procédé de traitement des EU pour assurer la qualité microbiologique requise	Série de bassins de stabilisation permettant de garantir une bonne qualité microbiologique des effluents ou tout autre système de traitement équivalent ; catégorie A	Rétention dans un bassin de stabilisation pendant 8-10 jours ou tout autre système permettant une élimination équivalente des helminthes et des coliformes fécaux	Traitement préliminaire en conformité avec les techniques d'irrigation avec au moins une décantation primaire

Annexe 9 : Niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées

Tableau 39 : Niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées (ANSES, 2012)

Type d'usage	Niveau de qualité sanitaire des eaux usées traitées			
	A	B	C	D
Cultures maraichères, fruitières et légumineuses non transformées	+	-	-	-
Cultures maraichères, fruitières, légumineuses transformées	+	+	-	-
Pâturage	+	+(1)	-	-
Espaces verts et forêts ouverts au public (notamment golfs)	+(2)	-	-	-
Fleurs vendues coupées	+	+	-	-
Autres cultures florales	+	+	+(3)	-
Pépinières et arbustes	+	+	+(3)	-
Fourrage frais	+	+(1)	-	-
Autres cultures céréalières et fourragères	+	+	+(3)	-
Arboriculture fruitière	+	+	+(3)	-
Forêt d'exploitation avec accès contrôlé du public	+	+	+(3)	+(3)

+ : autorisée , - : interdite

(1) Sous réserve du respect d'un délai après irrigation de 10 jours en l'absence d'abattoir relié à la STEP et de 30 jours dans le cas contraire.

(2) Irrigation en dehors des heures d'ouverture au public.

(3) Uniquement par irrigation localisée.

Annexe 10 : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau 40 : Pourcentage *p* de la durée d'éclairement pour différentes latitudes (FAO, 1977)

° de latitude	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
20	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,3	0,29	0,28	0,26	0,25	0,25
25	0,24	0,26	0,27	0,29	0,3	0,31	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24
30	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,31	0,3	0,28	0,26	0,24	0,23
35	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,32	0,3	0,28	0,25	0,23	0,22
40	0,22	0,24	0,27	0,3	0,32	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21

Par interpolation pour la latitude de notre zone d'étude :

31,53	0,2339	0,2505	0,27	0,2912	0,3081	0,3207	0,3161	0,2995	0,28	0,2551	0,2356	0,227
-------	--------	--------	------	--------	--------	--------	--------	--------	------	--------	--------	-------

Tableau 41 : Les coefficients *Kc* et *Kr* des différentes cultures

Désignation		Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aout
Palmier	Kc	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
	Kr	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Olivier	Kc	0,7	0,7	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,7
	Kr	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Amandier	Kc	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45	0,56	0,67	0,78	0,9	0,84	0,78	0,72
	Kr	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Grenadier	Kc	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7
	Kr	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Figuier	Kc	0,6	0,4	0	0	0	0,3	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7
	Kr	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Caroubier	Kc	0,7	0,7	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	Kr	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Pêcher	Kc	0,6	0,6	0	0	0	0	0,5	0,5	0,8	0,8	0,6	0,6
	Kr	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Pommier	Kc	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45	0,56	0,67	0,78	0,9	0,84	0,78	0,72
	Kr	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Nectarinier	Kc	0,6	0,6	0	0	0	0	0,5	0,5	0,8	0,8	0,6	0,6
	Kr	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Abricotier	Kc	0,65	0,65	0	0	0	0	0,55	0,55	0,9	0,9	0,85	0,85
	Kr	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Poirier	Kc	0,75	0,75	0	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0,95	0,95	0,95
	Kr	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Tableau 42 : Calcul de l'évapotranspiration de référence par la méthode de Blaney-Criddle

	Nombre de jour du mois	<i>p</i>	T _{moy} (°C) de Ait Ouffi	<i>Kt</i>	ET ₀ (mm/j)
Sept.	30	0,280	18,40	0,810	3,75
Oct.	31	0,255	13,50	0,659	2,40
Nov.	30	0,236	7,40	0,469	1,27

Déc.	31	0,227	4,30	0,373	0,86
Janv.	31	0,234	3,00	0,333	0,74
Fév.	28	0,250	4,30	0,373	0,94
Mars	31	0,270	8,20	0,494	1,58
Avr.	30	0,291	12,30	0,621	2,49
Mai	31	0,308	16,10	0,739	3,53
Juin	30	0,321	21,00	0,891	5,07
Juil.	31	0,316	24,40	0,996	6,07
Aout	31	0,300	23,00	0,953	5,32

Tableau 43 : Calcul de l'ETc

Mois	Etc (mm/j)										
	Palmier	Olivier	Amandier	Grenadier	Figuier	Caroubier	Pêcher	Pommier	Nectarinier	Abricotier	Poirier
Sept.	1,801	2,364	2,122	1,501	1,576	2,364	2,026	2,122	2,026	2,195	2,533
Oct.	1,153	1,513	1,254	0,961	0,672	1,513	1,297	1,254	1,297	1,405	1,621
Nov.	0,611	0,744	0,609	0	0	0	0	0,609	0	0	0
Déc.	0,342	0,500	0,372	0	0	0	0	0,372	0	0	0
Janv.	0,296	0,433	0,290	0	0	0	0	0,290	0	0	0
Fév.	0,453	0,552	0,460	0,377	0,198	0	0	0,460	0	0	0
Mars	0,887	0,927	0,924	0,634	0,555	0,998	0,713	0,924	0,713	0,784	0,856
Avr.	1,393	1,455	1,688	0,995	0,871	1,567	1,119	1,688	1,119	1,231	1,343
Mai	1,975	2,063	2,762	1,411	1,481	2,222	2,539	2,762	2,539	2,857	1,904
Juin	3,242	3,191	3,702	2,026	2,482	3,191	3,647	3,702	3,647	4,103	4,331
Juil.	4,372	3,826	4,121	3,401	2,976	3,826	3,279	4,121	3,279	3,553	5,192
Aout	3,831	3,352	3,333	2,980	2,607	3,352	2,873	3,333	2,873	3,113	4,549

Tableau 44 : Calcul des besoins nets

Mois	Pluviométrie en Ait Ouï		Bn (mm/j)										
	Pluies (mm)	Pluies efficaces (mm/j)	Palmier	Olivier	Amandier	Grenadier	Figuier	Caroubier	Pêcher	Pommier	Nectarinier	Abricotier	Poirier
Sept.	27,000	0,720	1,081	1,644	1,402	0,781	0,856	1,644	1,306	1,402	1,306	1,475	1,813
Oct.	34,000	0,877	0,275	0,636	0,376	0,083	0	0,636	0,419	0,376	0,419	0,528	0,744
Nov.	26,000	0,693	0	0,051	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc.	18,000	0,465	0	0,036	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	21,000	0,542	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	26,000	0,743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	31,000	0,800	0,087	0,127	0,124	0	0	0,198	0,000	0,124	0	0	0,056
Avr.	25,000	0,667	0,726	0,789	1,022	0,328	0,204	0,901	0,453	1,022	0,453	0,565	0,677

Mai	24,000	0,619	1,356	1,444	2,142	0,791	0,862	1,603	1,920	2,142	1,920	2,237	1,285
Juin	19,000	0,507	2,735	2,685	3,195	1,520	1,976	2,685	3,141	3,195	3,141	3,597	3,824
Juil.	10,000	0,258	4,114	3,568	3,863	3,143	2,718	3,568	3,021	3,863	3,021	3,295	4,934
Aout	23,000	0,594	3,237	2,758	2,739	2,386	2,014	2,758	2,280	2,739	2,280	2,519	3,956

Tableau 45 : Calcul des besoins bruts

Mois	Bb (mm/j)											
	Palmier	Olivier	Amandier	Grenadier	Figuier	Caroubier	Pêcher	Pommier	Nectarinier	Abricotier	Poirier	
Sept.	1,201	1,827	1,558	0,868	0,951	1,827	1,451	1,558	1,451	1,639	2,014	
Oct.	0,306	0,706	0,418	0,092	0	0,706	0,466	0,418	0,466	0,586	0,826	
Nov.	0	0,057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Déc.	0	0,040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mars	0,097	0,141	0,137	0	0	0,220	0	0,137	0	0	0,062	
Avr.	0,807	0,876	1,135	0,365	0,227	1,001	0,503	1,135	0,503	0,628	0,752	
Mai	1,506	1,604	2,380	0,879	0,958	1,781	2,133	2,380	2,133	2,486	1,428	
Juin	3,039	2,983	3,550	1,688	2,195	2,983	3,490	3,550	3,490	3,996	4,249	
Juil.	4,572	3,964	4,292	3,492	3,020	3,964	3,357	4,292	3,357	3,661	5,483	
Aout	3,597	3,065	3,044	2,651	2,237	3,065	2,533	3,044	2,533	2,799	4,395	

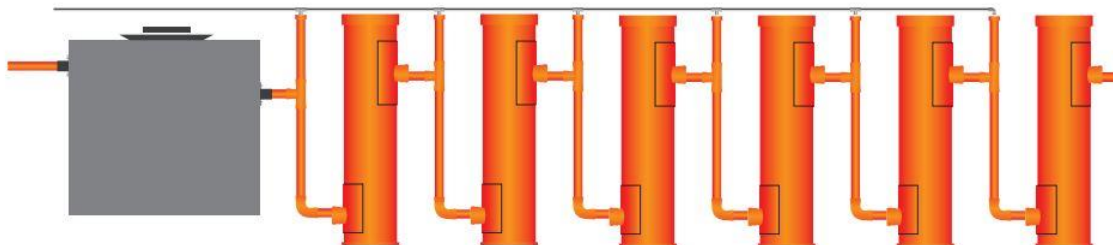
Mois	Bb (m3/ha/j)											
	Palmier	Olivier	Amandier	Grenadier	Figuier	Caroubier	Pêcher	Pommier	Nectarinier	Abricotier	Poirier	
Sept.	12,01	18,27	15,58	8,68	9,51	18,27	14,51	15,58	14,51	16,39	20,14	
Oct.	3,06	7,06	4,18	0,92	0	7,06	4,66	4,18	4,66	5,86	8,26	
Nov.	0	0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Déc.	0	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mars	0,97	1,41	1,37	0	0	2,20	0	1,37	0	0	0,62	
Avr.	8,07	8,76	11,35	3,65	2,27	10,01	5,03	11,35	5,03	6,28	7,52	
Mai	15,06	16,04	23,80	8,79	9,58	17,81	21,33	23,80	21,33	24,86	14,28	
Juin	30,39	29,83	35,50	16,88	21,95	29,83	34,90	35,50	34,90	39,96	42,49	
Juil.	45,72	39,64	42,92	34,92	30,20	39,64	33,57	42,92	33,57	36,61	54,83	
Aout	35,97	30,65	30,44	26,51	22,37	30,65	25,33	30,44	25,33	27,99	43,95	

Mois	Bb (m3/ha/mois)											
	Palmier	Olivier	Amandier	Grenadier	Figuier	Caroubier	Pêcher	Pommier	Nectarinier	Abricotier	Poirier	
Sept.	360,384	548,004	467,327	260,320	285,336	548,004	435,432	467,327	435,432	491,718	604,290	
Oct.	94,838	218,919	129,581	28,661	0	218,919	144,470	129,581	144,470	181,695	256,143	
Nov.	0	17,049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Déc.	0	12,293	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janv.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fév.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	30,093	43,738	42,592	0	0	68,299	0	42,592	0	0	19,177
Avr.	242,154	262,885	340,502	109,475	68,013	300,201	150,937	340,502	150,937	188,253	225,569
Mai	466,954	497,324	737,854	272,586	296,882	551,990	661,321	737,854	661,321	770,653	442,658
Juin	911,785	894,900	1065,106	506,532	658,502	894,900	1046,869	1065,106	1046,869	1198,839	1274,824
Juil.	1417,190	1228,930	1330,590	1082,505	936,081	1228,930	1040,670	1330,590	1040,670	1134,800	1699,579
Aout	1115,050	950,113	943,516	821,829	693,545	950,113	785,176	943,516	785,176	867,645	1362,455

Annexe 11 : Fiche technique du RAC (version française)

REACTEUR ANAEROBIE COMPARTIMENTE RAC



Design du réacteur anaérobie compartimenté tubulaire simplifié à six compartimenté, proposé pour l'unité touristique : La Fibule de Dadès

Le réacteur anaérobie compartimenté ou à chicanes (RAC) permet de traiter différentes sortes d'eaux usées et peut être considéré comme une fosse septique « améliorée » qui utilise des chicanes (ou cloisons) pour optimiser le traitement. Le traitement des eaux usées se fait en forçant le flux de façon ascendante à travers une série de compartiments, au fond desquels les polluants sont biologiquement dégradés dans une couche active de boues. Les RAC peuvent fournir aux eaux usées, ainsi qu'aux eaux grises ayant une charge organique, un traitement primaire et secondaire en faisant appel à des mécanismes biologiques anaérobies (absence d'oxygène).

Caractéristiques générales, avantages et inconvénients

Le RAC est constitué d'une chambre de sédimentation permettant la décantation des solides et des flottants et formation d'une écume de graisses et d'huiles en surface et des chambres à flux ascendant permettant une élimination et une digestion additionnelles de la matière organique. C'est dans les premières chambres que l'hydrolyse est la plus intense puisqu'elles reçoivent les macromolécules non traitées. Dans les chambres intermédiaires, aura lieu une grande partie de l'acidogènes et, enfin, la méthanogènes aura principalement lieu dans les derniers compartiments.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">– Réparation et construction sont possibles avec des matériaux locaux ;– Possibilité de traitement des eaux grises et des excréta en même temps ;– Le biogaz peut être collecté et utilisé comme source d'énergie renouvelable ;– Faibles coûts d'exploitation ;– Longue durée de vie ;– Réduction élevée de la DBO ;– Besoin modéré en surface (peut être construit sous terre).	<ul style="list-style-type: none">– Nécessite d'expertise pour la conception et la construction ;– Nécessité parfois d'un traitement préliminaire de dégrillage pour empêcher le colmatage ;– Faible réduction des agents pathogènes et des nutriments ;– Nécessité d'un traitement supplémentaire et/ou un rejet approprié pour l'effluent et les boues.

Entretien et maintenance

- Il faut s'assurer de l'étanchéité et du bon fonctionnement hydraulique de l'ouvrage et éviter de déverser des produits toxiques ou trop de désinfectants dans le RAC en raison de la sensibilité de sa flore bactérienne qui le peuple.
- Le système doit être contrôlé tous les mois pour vérifier la présence de déchets et tous les 6 mois pour vérifier le niveau des boues. La vidange est nécessaire tous les 2 à 4 ans, selon l'accumulation de boues dans les compartiments, car celles-ci affectent l'efficacité du traitement. Il est préférable de vidanger les compartiments à l'aide de dispositifs de vidange et de transport motorisés bien que l'usage de dispositifs manuels soit également une solution.

Annexe 12 : Note au niveau des WC de l'unité touristique



Cet hôtel dispose d'un Réacteur Anaérobie Compartimenté pour le traitement des eaux usées !

Les eaux issues du système sont réutilisées en irrigation du jardin de l'hôtel.

Il est interdit de verser les produits toxiques ou trop de désinfectants !



هذا الفندق يحتوي على نظام المفاعل اللاهوائي مقسم لحجرات، من أجل معالجة المياه العادمة ! المياه المعالجة بهذا النظام يعاد استعمالها لسقي بستان الفندق.

يمنع كليا سكب أي مواد سامة أو الكثير من المواد المعقمة !

Annexe 13 : Mesures de contrôle pour la protection des travailleurs, des agriculteurs, de la communauté locale et des consommateurs

Tableau 46 : Mesures de contrôle liées à la protection des travailleurs, des agriculteurs, de la communauté locale et des consommateurs

Travailleurs	Agriculteurs
<ul style="list-style-type: none"> – Équipements de protection individuelle (par exemple gants, masques, chaussures fermées imperméables) ; – Outils qui aident à limiter l'exposition (par exemple camions-citernes de vidange) ; – Formation portant sur la manipulation sans risque ; – Traitement optimisé avant la manipulation ; – Conception de l'installation prévue pour optimiser l'enlèvement sans risque des déchets ; – Éviter et confiner les fuites ; – Outils dédiés pour la manipulation des déchets (ou désinfection et nettoyage adéquats entre les utilisations) ; – Manipulation minimale des déchets qui n'ont pas été traités au préalable ; – Lavage du corps avec du savon et de l'eau salubre après exposition à des eaux usées là où la schistosomiase est endémique ; – Utilisation de barrières contre les vecteurs telles que des répulsifs, la prophylaxie, la chimioprophylaxie et l'immunisation contre la typhoïde ; – Traitement contre les infections helminthiques 2 à 3 fois par an ; – Traitement contre la schistosomiase, là où elle est endémique ; – Traitement contre les abrasions cutanées et les coupures. 	<ul style="list-style-type: none"> – Équipements de protection individuelle (par exemple gants, masques, chaussures fermées imperméables) ; – Irrigation souterraine ; – Utilisation de techniques d'application qui se font près du sol ; – Outils qui aident à limiter l'exposition (par exemple tuyaux au lieu d'arrosoirs, matériels à long manche au lieu de houlettes) ; – Restreindre l'accès des travailleurs aux champs lors de l'application mécanique d'eaux usées ; – Accès à de l'eau potable et à des toilettes sûres sur le lieu de travail ; – Formation portant sur l'hygiène personnelle et la promotion de l'hygiène destinée aux travailleurs ; – Lavage du corps avec du savon et de l'eau salubre après exposition à des eaux usées ; – Utilisation de barrières contre les vecteurs telles que des répulsifs, la prophylaxie, la chimioprophylaxie et l'immunisation contre la typhoïde ; – Traitement contre les infections helminthiques 2 à 3 fois par an ; – Traitement contre la schistosomiase, là où elle est endémique ; – Traitement contre les abrasions cutanées et les coupures.

Communauté locale	Consommateurs
<ul style="list-style-type: none"> – Mise en place d'une clôture autour de l'installation de traitement des déchets pour empêcher les enfants et les animaux d'y pénétrer ; – Panneaux d'avertissement (en particulier pour les bassins et les champs non clôturés) ; – Campagne de sensibilisation visant la population locale ; – Accès à une eau de boisson sûre et à l'assainissement pour les communautés locales ; – Réduire les possibilités de reproduction des vecteurs là où des eaux usées sont appliquées par irrigation par aspersion, une zone tampon de 50 à 100 mètres doit être prévue ; – Accès restreint du public aux champs ou aux installations aquacoles utilisant des déchets ; – Interdire les activités récréatives et l'accès aux bassins de traitement ; – Utiliser des barrières contre les vecteurs telles que des répulsifs et des moyens prophylactiques ; 	<ul style="list-style-type: none"> – Une période de dépérissement des agents pathogènes de 1 mois soit en suspendant l'application des déchets avant la récolte, en stockant les cultures avant leur vente, ou en combinant les deux actions pendant 1 mois ; – Lavage des produits agricoles à l'eau ; – Désinfection des produits agricoles ; – Epluchage des produits agricoles (fruits et cultures racines) ; – Cuisson des produits agricoles ; – Bonne hygiène personnelle – en particulier le lavage des mains avec du savon avant la préparation des aliments et avant leur consommation ; – Hygiène sur les marchés ; – Education des vendeurs ; – Approvisionnement des marchés en eau salubre ; – Administration massive de médicaments ou vaccination.

– Traitement des infections helminthiques 2 à 3 fois par an pour les groupes vulnérables.	
---	--

Annexe 14 : Paramètres et fréquences de suivi et de contrôle du système de réutilisation

Tableau 47 : Paramètres et fréquences de suivi et de contrôle du système de réutilisation

Paramètres	Fréquence
EAUX USEES EPUREES	
Paramètres physico-chimiques : Salinité totale (CE et TDS) SAR Ions toxiques (Na ⁺ , Cl ⁻ , B) Autres paramètres : pH, température ...	24 fois par an (à raison de tous les 15 jours)
MES	3 fois par mois
Eléments traces métalliques	4 fois par an (1 fois par trimestre)
Paramètres bactériologiques (CF, salmonelle, vibron cholérique)	24 fois par an (à raison de un de tous les 15 jours)
Paramètres parasitologiques (Parasites pathogènes, œufs, kystes de parasites ...)	24 fois par an (à raison de tous les 15 jours)
PRODUITS AGRICOLES	
Qualité microbiologique	Pendant la récolte et pour chaque coupe pour le cas des cultures fourragères à cycles répétés. Le contrôle concerne toutes les parties consommables par l'Homme et l'animal
Eléments traces si nécessaire (selon les analyses de l'eau et du compost de déchets appliqué comme amendement du sol)	1 fois tous les deux ans
BOUES : pathogènes et éléments traces métalliques	Analyse des boues avant application Analyse des sols tous les deux ans
SOLS	
Salinité	2 fois par an (avant l'installation des cultures et en début d'été)
pH	Une fois par an
Sodicité	1 fois tous les deux ans
Bore	1 fois tous les deux ans
Eléments nutritifs (N, P, K, ...)	1 fois par an à l'installation de la culture
Matière organique	1 fois tous les deux ans
Eléments traces si nécessaire	1 fois tous les deux ans
EAU SOUTERRAINE	
Tous les paramètres normalisés (voir tableau des normes de qualité de l'eau destinée à l'irrigation).	2 fois par an en période d'irrigation

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى اقتراح حل للإكراهات المرتبطة بجمع، معالجة و إعادة استعمال المياه العادمة الناتجة عن الوحدات السياحية بالواحات. تهدف هذه الدراسة إلى تصميم و تحديد المقاسات و المعايير اللامركزي، ملائم لخصائص منطقة الدراسة لنموذج للصرف الصحي.

من أجل تحقيق هذا الهدف، اتبعنا طريقة عمل تعتمد أساسا على استقصاءات و لقاءات مع الساكنة و الفاعلين المحليين.

لقد تم تشخيص تشاركي للمواقع النموذجية الموجودة بدوار آيت إيدير، للأسر و كذا الوحدات السياحية لجماعة آيت سدرات جبل السفلى.

تحليل المعطيات المجمعة أدى إلى الاستنتاجات التالية :

-مجموع الأسر والوحدات السياحية لمنطقة دادس لا تتوفر على شبكة الصرف الصحي. نظام الصرف الصحي المعتمد هو جمع المياه العادمة داخل آبار مفقودة؛

-غياب أي معالجة أو إعادة استعمال للمياه العادمة باستثناء المواقع النموذجية الموجودة بدوار آيت إيدير؛

-وجود مستويات مختلفة للتقبل الاجتماعي لحلول الصرف الصحي الفردي؛

اعتمادا على مجموع النتائج، تم تحديد معايير ساهمت في اختيار المفاعل اللاهوائي المقسم للحجرات كتقنية لجمع، معالجة وإعادة استعمال للمياه العادمة ملائمة لخصائص الوحدات السياحية لمنطقة دادس.

في هذا السياق، تم اختيار وحدة سياحية من دوار آيت أوفي كنموذج لتحديد المقاسات و المعايير و كذا تقدير الكلفة للمفاعل اللاهوائي المقسم للحجرات.

كلمات مفتاحية: الصرف الصحي، جمع، معالجة، إعادة الاستعمال، المياه العادمة، الواحات، دادس، الوحدات السياحية،

المفاعل اللاهوائي المقسم للحجرات، مشروع نموذج، فردي.

مشروع نهاية الدراسات لنيل دبلوم مهندس الدولة في الهندسة القروية

تصميم حلول لجمع ومعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي تتناسب مع
الوحدات السياحية في مناطق الواحات

قدم للعموم ونوقش من طرف :
العصري كوثر و نضيف سماح
امام اللجنة المكونة من:

معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة	رئيسة	الأستاذة: ف. الحفيان
معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة	مقرر	الأستاذ: ع. حماني
مستشارة مستقلة	مساعدة مقرر	السيدة: إ. المكناسي
		يوسف
مستشار مستقل	مساعد مقرر	السيد: م. غ. خياطي
معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة	ممتحن	الدكتور: ج. لاکومب

يوليو 2022