



MISSION D'AIDE TECHNIQUE AUX OPERATIONS DE REUTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES EN TUNISIE



PILOTE DE ZAOUÏET SOUSSE LIVRABLE 2 : DIAGNOSTIC ET PLAN D'ACTIONS

AOÛT 2020

NOM DU CLIENT : ONAS / DGGREE

TITRE : AT PILOTES REUT : SOUSSE ET MAHDIA

REFERENCE AFFAIRE/PROJET : 2016_05_30-TN-ETU-PILOTE REUSE TUNISIE





N° du Marché	PRJ 4499		
Indice	0 provisoire	1 définitive	2
Rédigé par	<i>Lamia BAHLOUS, Jacques BERAUD Insaf BEN REHOUMA, Abdesattar CHENNOUFI Hamadi DEKHIL, Abdallah EL ARDAOUI, Thierry JALABERT Jean-Claude LACASSIN, Patrick LANNELUC Aurélie LAVAURE Benjamin NOURY, Paola POMMIER, Aurélie SHEIK KASSIM</i> Le : 31/03/2020	Idem Le : 31/07/2020	
Vérifié par	Prénom-Nom : Jacques BERAUD Fonction : Chef de projet (IME - SCP) Visa :  Le : 10/04/2020	 Le : 20/08/2020	

RESUME

Le présent document est relatif à **la première étape de la mission d'aide technique** réalisée par l'Institut méditerranéen de l'eau, mobilisant la Société du Canal de Provence et la Société des eaux de Marseille, pour le compte du Ministère de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche de Tunisie (Direction générale du génie rural et de l'exploitation des eaux **DGGREE**) et de l'Office national de l'assainissement (**ONAS**).

L'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse (AERMC) et l'Agence Française de Développement co-financent ce travail, complétés par un autofinancement de l'IME.

L'objectif est de réaliser **un diagnostic et des propositions** pour l'amélioration du fonctionnement de deux périmètres de REUT agricole, qui pourraient déboucher sur un programme de travaux et d'interventions à mettre en œuvre.

L'approche se veut **pragmatique** (solutions trouvées en répondant aux contraintes locales en appui aux acteurs locaux) et **intégrée** (démarche multithématique, abordant aussi bien des thèmes techniques que sociaux, économiques ou environnementaux).

Les deux périmètres irrigués qui font l'objet du travail sont ceux de **Zaouïet Sousse** (objet du présent rapport) et **Mahdia Dkhila** (qui fait l'objet d'un autre rapport), choisis en 2016 à la suite d'une analyse multicritères. Le temps de confirmer les financements, la mission a démarré en en février 2019.

Le **livrable 1**, finalisé en mars 2020, correspond à un rapport **d'état des lieux** visant à comprendre les clés essentielles de fonctionnement du périmètre irrigué (PI).

Deux **livrables thématiques** viennent compléter le travail : l'un sur une analyse et des propositions d'ordre **institutionnel**, l'autre sur la gestion des **boues d'épuration**.¹

Le **présent livrable 2** correspond à un **diagnostic multithématique** et un **plan d'actions** pour l'opération de REUT de Zaouïet Sousse, un PI REUT créé en 1987 et qui couvre aujourd'hui une superficie de 250 ha irrigables. La démarche est fondée sur une approche participative intégrée, des enquêtes auprès des agriculteurs, de nombreux échanges avec les acteurs institutionnels (notamment CRDA et ONAS), et met à profit les expertises variées des experts français et tunisiens de l'IME.

Le rapport provisoire remis en mars 2020 a fait l'objet de nombreux commentaires de la part du bailleur et des partenaires tunisiens, auxquels des réponses ont été apportées. Elles figurent dans **l'ANNEXE 7**.

La méthodologie consiste en une **approche holistique** abordant l'ensemble des questions que pose le bon fonctionnement d'un PI REUT :

- TH1 : contexte institutionnel – jeu d'acteurs

¹ On compte donc en tout 6 livrables pour cette mission d'aide technique : 2 livrables thématiques (institutionnel et boues), et 2 livrables spécifiques pour chacun des 2 sites retenus de Zaouïet Sousse et Mahdia Dkhila (1. état des lieux et 2. diagnostic plan d'actions)

- TH2 : traitement de l'eau
- TH3 : réseau hydraulique de distribution des EUT
- TH4 : pratiques d'irrigation
- TH5 : qualité sanitaire de l'eau et gestion du risque
- TH6 : productions agricoles : itinéraires techniques
- TH7 : productions agricoles : commercialisation
- TH8 : gestion des boues d'épuration
- TH9 : équilibre économique
- TH10 : externalités environnementales et économie circulaire

L'approche est également **multisectorielle** et **multiniveau** articulée autour d'un recueil bibliographique et des séances de travail avec les **parties prenantes** du PI, notamment :

Au niveau central :

- La Direction Générale de Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux (DGGREE)
- L'Office National de l'Assainissement (ONAS)
- La Direction Générale de la Qualité de la Vie (DGQV)

Au niveau régional et local

- Le Commissariat Régional de Développement Agricole de Sousse (CRDA de Sousse)
- Le département Régional de l'Office National de l'Assainissement de Sousse (ONAS Sousse)
- La Direction Régionale de la Santé (DRS)
- L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE)
- Le syndicalisme agricole via l'Union Régionale et l'Union Locale de l'Agriculture et de la Pêche (URAP et ULAP)
- Le Groupement de Développement Agricole de Zaouiet Sousse (GDA Zaouiet Sousse)
- La Municipalité de Sousse et la délégation de Zaouiet Sousse

Les experts IME français et tunisiens ont élaboré leur diagnostic sur cette base.

En juillet 2019, suite à plusieurs séances de travail avec les acteurs institutionnels et au démarrage du travail de terrain, il a été décidé, en concertation avec les partenaires tunisiens, de **réorienter la méthodologie** :

- en établissant une **priorité sur les questions institutionnelles**, avec la mobilisation d'un nouvel expert et la réalisation d'un rapport spécifique,
- en déroulant une **approche plus participative intégrative**, visant à mieux prendre en compte les attentes des premiers concernés : les agriculteurs, usagers du périmètre irrigué

A la suite de cette réorientation méthodologique, des **ateliers participatifs** se sont déroulés en septembre et octobre 2019, et une **enquête agricole** en décembre 2019.

Il en ressort un plan d'action multithématique qui s'appuie sur une logique de planification par objectifs établie lors des ateliers participatifs de septembre et octobre 2019, et synthétisée dans le tableau suivant :

VISION : DURABILITE DES PERIMETRES IRRIGUES A PARTIR DES EUT		
Objectif général et objectifs stratégiques		
OG : Mettre en place des périmètres pérennes et des exemples de réussite à répliquer	OS1 : Assurer un service de l'eau de qualité par rapport à la continuité du service et à la qualité de l'eau	Assurer un service de l'eau en continu
		Garantir des eaux usées conformes aux normes
		Etablir un système de surveillance
	OS2 : Assurer la confiance dans le système	Diffuser les informations du périmètre sur la qualité des eaux usées traitées et la qualité des produits agricoles
		Développer des références technico-scientifiques et communiquer sur la REUT
		Développer des mesures de protection des agriculteurs
	OS3 : Assurer une bonne gouvernance du périmètre	Déterminer les tâches les missions et les responsabilités de chaque partie
		Dialoguer avec les parties prenantes sur la REUT (acteurs locaux, nationaux et internationaux)
	OS4 : Assurer la qualité de la production	Garantir des produits agricoles de qualité
		Introduire de nouvelles techniques d'irrigation
	OS5 : Assurer la durabilité économique du système	Assurer les débouchés agricoles
		Assurer la rentabilité économique des productions agricoles
		Fixer un juste de prix de l'eau agricole
	OS6 : Assurer la durabilité environnementale des pratiques	Maitriser l'impact environnemental
		Diversifier les filières de valorisation des EUT et des boues

38 actions répondant à des objectifs stratégiques et opérationnels, organisées en thématiques, sont proposées. La description des actions est présentée en **ANNEXE 6**.

Les actions sont structurées en **deux volets** :

- un **volet 'ingénierie'** correspondant principalement à des actions d'aménagement et d'infrastructure (8 actions)
- un **volet 'mesures d'accompagnement'** correspondant aux actions de renforcement de capacités, sensibilisation, communication et accompagnement des acteurs (30 actions)

En principaux constats et principales actions, nous retiendrons pour chaque thématique :

- **TH1 'Institutionnel'** : les acteurs institutionnels, CRDA (agriculture), ONAS (assainissement), DRS (santé) et ANPE (environnement) parties prenantes représentant les instances de décision, agissant souvent séparément, ont des marges de progrès pour mieux œuvrer ensemble, malgré la mise en place de commissions régionales de suivi
 - ⇒ Renforcer **la coordination entre les acteurs institutionnels**, pour passer d'une logique uniquement sécuritaire à une logique plus positive d'encouragement de la REUT (en gardant évidemment le respect des normes sanitaires), en consolidant les Commissions régionales de suivi et d'utilisation des eaux traitées par **arrêté interministériel** en remplacement de circulaires du Ministère de l'agriculture, ceci en parfait respect des dispositions légales et réglementaires en vigueur
- **TH1 'Institutionnel'** : les associations d'usagers (GDA), principales parties prenantes concernées par la gestion opérationnelle du périmètre irrigué, manquent fortement de moyens et (cause ou effet ?) ne sont ni concertées ni impliquées de la prise de décision, ce qui contribue à déconnecter le périmètre de la réalité vécue par ses bénéficiaires ; cet état de fait engendrant de multiples problématiques
 - ⇒ Mettre en place **un groupe projet pour chaque PI**, réunissant l'ensemble des acteurs institutionnels et le bureau du GDA, et doté de moyens humains et financiers, pour établir et suivre un plan d'actions spécifique au PI
 - ⇒ Elaborer collectivement **une charte du périmètre irrigué**, dans laquelle chaque partie prenante reconnaît des objectifs communs et s'engage dans une logique collective
- **TH1 'Institutionnel'** : le morcellement du périmètre est important et complexe (la propriété du sol et celle de l'oliveraie sont souvent différentes), ce qui bloque la montée en efficacité des itinéraires techniques et en particulier la mécanisation
 - ⇒ Sensibiliser les propriétaires et travailler avec l'Agence foncière agricole (AFA) pour une **rationalisation du foncier**, voire un remembrement complet du périmètre
- **TH2 'Assainissement'** : en raison d'un délestage des eaux usées brutes vers la nouvelle station d'épuration de Sousse Hamdoun, la qualité de l'eau s'est aujourd'hui grandement améliorée sur la station de Sousse Sud ; cependant les normes de rejet des EUT au milieu naturel (NT 106.02, revue par l'arrêté du 26 mars 2018) ne sont toujours pas respectées par l'ONAS en raison des critères microbiologiques impossibles à atteindre sans un traitement tertiaire
 - ⇒ Progresser dans la mise en œuvre de **traitements tertiaires**, qui permettront en outre de faciliter la REUT en améliorant la qualité de l'eau. **MONTANT : 1.5 MDT**
- **TH3 'Réseau hydraulique'** : bien que récemment rénové et étendu, le PI de Zaouïet Sousse rencontre d'importantes difficultés pour garantir le service de l'eau, en raison notamment d'une mauvaise régulation entre la production des EUT par l'ONAS et les besoins agricoles

- ⇒ Mobiliser une solution de court terme pour garantir le service de l'eau sur la base des ouvrages actuels, et prévoir à moyen terme la **réhabilitation du PI** notamment par la mise en place d'un stockage de régulation. **MONTANT : 3 MDT**
- **TH3 'Réseau hydraulique'** : la récente mise en service de la STEP de Sousse Hamdoun débouche sur un projet de création d'un nouveau PI REUT à Ath Thrayat, sur l'autre rive de l'oued Hamdoun, mais également sur des possibilités de maillage avec Zaouïet Sousse
 - ⇒ Etudier plus finement l'hypothèse d'une **alimentation unique par la STEP de Sousse Hamdoun des deux PI de Zaouïet et Ath Thrayat**, ce qui permettrait notamment de mutualiser le traitement tertiaire. **MONTANT : 5 MDT**
- **TH4 'Irrigation à la parcelle'** : la pratique d'irrigation actuelle sur le PI est l'irrigation gravitaire à la raie, qui est simple et rustique mais induit un gaspillage de l'eau important (qui a causé de l'hydromorphie dans les sols du PI) et expose fortement les usagers au risque sanitaire des EUT
 - ⇒ Faire progresser les pratiques d'irrigation par la mise en place d'une **ferme pilote** qui permettra de tester d'autres techniques et d'y former les agriculteurs (cette ferme pilote pourra avoir une dominante **agro-écologique** et permettra de progresser également sur les TH5 'Sanitaire', TH6 'Agronomie' et TH8 'Boues')
- **TH5 'Sanitaire'** : le non-respect de la qualité de l'eau produite par l'ONAS dans le cadre de la réglementation en vigueur (seuils de microbiologie), ainsi que deux épisodes de contamination au vibrion cholérique qui ont marqué l'histoire du PI (l'un confirmé en 2003 ayant entraîné l'arrêt de l'irrigation et le nettoyage du système, l'autre fausse alerte en 2017) induisent une défiance générale vis-à-vis de la bonne gestion du risque sanitaire sur le PI
 - ⇒ Mettre en service un **système d'alerte** basé sur la mise en place d'un capteur de mesure en continu (turbidité) et des procédures d'intervention, et organiser le **suivi sanitaire des usagers** du PI et de leur famille en cohérence totale avec la réglementation sanitaire en usage
- **TH5 'Sanitaire'** : les résultats des analyses sanitaires de qualité d'eau ne sont pas partagés entre les acteurs institutionnels du PI, ce qui induit une méfiance mutuelle contre-productive à une bonne coopération entre acteurs
 - ⇒ Mettre en place une **base de données nationale 'REUT'** accessible aux acteurs institutionnels régionaux qui remonteraient en temps réel les résultats d'analyse des différents PI. **MONTANT : 0.35 MDT**
- **TH6 'Agronomie'** : les cultures intercalaires actuelles sur le PI offrent une faible valorisation de l'eau et les agriculteurs expriment le besoin de diversifier leur production ; cependant les seules références du PI concernent les cultures fourragères, et ce depuis la mise en service du PI
 - ⇒ Tester de **nouvelles cultures** dans la ferme pilote (Cf. TH4) afin de choisir les productions intercalaires les plus adaptées au PI et de calibrer leur itinéraire technique, notamment l'olivier en production intensive

- **TH7 'Filières'** : l'intégration entre les cultures fourragères et l'élevage bovin laitier est un marqueur historique et un véritable atout pour le périmètre ; l'augmentation des coûts du complément alimentaire des rations bovines (qui est au cours mondial) diminue très fortement les marges des élevages laitiers, et met en évidence l'intérêt du fourrage en auto-consommation
 - ⇒ Appuyer la poursuite de la production fourragère par la fourniture d'intrants (**semences**)
 - ⇒ Développer les **rares bovines mixtes** (lait + viande), qui sont moins exigeantes en termes d'alimentation que les races laitières européennes importées, et valorisent mieux le fourrage autoproduit
- **TH7 'Filières'** : le PI de Zaouïet Sousse a développé des circuits courts informels de commercialisation du lait dans les zones urbaines avoisinantes, avec l'intervention de colporteurs privés ; le système est vertueux, éleveurs et consommateurs y retrouvent leur compte
 - ⇒ Soutenir voire organiser ce type d'initiatives de **circuits courts**, en y apportant les garanties sanitaires nécessaires sur le stockage et la conservation du lait
- **TH8 'Boues'** : les boues d'épuration produites sur l'agglomération de Sousse sont à ce jour stockées ou mises en décharge, et ne sont pas valorisées, alors que des opportunités existent, notamment pour la fabrication d'un amendement apte à entretenir le stock de matière organique des sols et d'en améliorer la fertilité
 - ⇒ A condition que les boues soient conformes à la norme (NT 106.20) en termes de teneur en micropolluants, étudier la faisabilité de montage d'une **filière de co-compostage** à l'échelle de l'agglomération **MONTANT : 20 MDT**
- **TH9 'Economie'** : suite à la présente mission d'assistance technique, des investissements en infrastructure se profilent sur le PI, notamment un traitement tertiaire, qui devraient entraîner à la fois une augmentation du prix de revient des EUT pour la collectivité (ONAS, Ministère de l'agriculture) et une meilleure valorisation de l'eau sur le périmètre en garantissant qualité du service et qualité de l'eau ; la tarification de l'eau sera nécessairement amenée à changer
 - ⇒ Etudier de nouvelles modalités de **tarification de l'eau**, sur la base des coûts prévisibles de traitement complémentaire, des garanties apportées en termes de fourniture d'eau et de la capacité à payer des agriculteurs
- **TH10 'Environnement'** : l'impact environnemental du PI de Zaouïet sur les milieux aquatiques superficiels ou souterrains n'est pas évalué, et son fonctionnement pourrait progresser, dans une logique d'économie circulaire
 - ⇒ Mettre en place un suivi systématique de l'impact du rejet excédentaire de la STEP de Sousse Sud sur **la sebkha**, et des eaux de drainage du PI sur **l'aquifère M'Saken**
 - ⇒ Etudier plus finement l'opportunité de mettre en place une **alimentation photovoltaïque** de la SP de Zaouïet Sousse, pour éviter les effacements STEG en heure de pointe de nouvelles modalités et développer une énergie renouvelable.
MONTANT : 0.9 MDT

A la suite de cette première phase de l'assistance technique, le programme d'action pourra être décliné de manière opérationnelle, et les études de détail préalables à la mise en place d'infrastructures être lancées.

SOMMAIRE

1	METHODOLOGIE MISE EN OEUVRE.....	1
1.1	RAPPEL DE LA DEMARCHE.....	1
1.1.1	SOLLICITATION DE L'IME PAR LES ACTEURS TUNISIENS.....	1
1.1.2	OBJECTIF	1
1.1.3	CHOIX DES SITES PILOTES.....	2
1.1.4	PREMIERS ENSEIGNEMENTS GENERAUX.....	4
1.1.5	ELABORATION DE LA METHODOLOGIE INITIALE.....	6
1.2	AJUSTEMENT METHODOLOGIQUE DE JUILLET 2019.....	6
1.3	PREPARATION ET DEROULEMENT DES ATELIERS PARTICIPATIFS	8
1.3.1	ANALYSE DE LA GOUVERNANCE	8
1.3.2	DIAGNOSTIC PARTAGE.....	8
1.4	PREPARATION ET DEROULEMENT DES ENQUETES AGRICOLES	9
1.5	PLANIFICATION STRATEGIQUE PAR OBJECTIFS	9
2	PRESENTATION DU PERIMETRE DE ZAOUÏET SOUSSE	11
2.1	SCHEMA DE LOCALISATION ET DE COMPREHENSION.....	11
2.2	CARTE D'IDENTITE DU PERIMETRE IRRIGUE	11
3	RESULTATS DU DIAGNOSTIC PARTICIPATIF	14
3.1	ECHANGES PREALABLES AVEC LES ACTEURS INSTITUTIONNELS	14
3.1.1	ORGANISATION INSTITUTIONNELLE ET APPROCHES SOCIALES.....	14
3.1.2	QUALITE DE L'EAU, FONCTIONNEMENT DU PERIMETRE	15
3.1.3	PROBLEMES FONCIER ET PRIX DE L'EAU	16
3.1.4	GESTION DU RISQUE SANITAIRE.....	16
3.1.5	AGRONOMIE ET PRATIQUES D'IRRIGATION	17
3.1.6	FILIERES AGRICOLES.....	17
3.1.7	ENVIRONNEMENT.....	19
3.1.8	BOUES D'EPURATION	20
3.1.9	COMMENTAIRE	20
3.2	ATELIERS PARTICIPATIFS.....	20
3.2.1	HISTORIQUE ET ANALYSE DE LA GOUVERNANCE.....	20
3.2.2	ARBRE A PROBLEMES AVEC LES AGRICULTEURS ET L'ADMINISTRATION.....	22
3.2.3	ARBRE A PROBLEMES AVEC LES AGRICULTEURS.....	23
3.2.4	MISE EN COMMUN.....	23
3.2.5	EVALUATION FINALE DE L'ATELIER.....	25
3.3	ENQUETES AGRICOLES.....	25
3.3.1	PROFIL DES USAGERS, CONNAISSANCE DU SUJET.....	25
3.3.2	PRISE EN COMPTE DU RISQUE SANITAIRE	27
3.3.3	FONCTIONNEMENT DE L'IRRIGATION	29
3.3.4	PRATIQUES SANITAIRES.....	33

3.3.5	FILIERES AGRICOLES	34
3.4	CONCERTATION SUR LES OPTIONS ET CIBLAGE DES VARIANTES.....	34
4	RESULTATS DU DIAGNOSTIC TECHNIQUE	35
4.1	VOLET INSTITUTIONNEL ET LE JEU D'ACTEURS	35
4.1.1	INTRODUCTION	35
4.1.2	LA RESPONSABILISATION DES PARTIES PRENANTES	36
4.1.3	L'ORGANISATION DU CONTROLE.....	36
4.1.4	LA MISE EN OEUVRE DU DIALOGUE	37
4.1.5	LE PARTAGE DES CONNAISSANCES.....	38
4.1.6	LE RENFORCEMENT DES CAPACITES	38
4.1.7	L'IMAGE ET LA PERCEPTION DE LA REUT	40
4.2	LA PROBLEMATIQUE FONCIERE.....	40
4.3	SYSTEME EPURATOIRE DE SOUSSE.....	42
4.3.1	RAPPEL REGLEMENTAIRE.....	42
4.3.2	SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE SUD.....	43
4.3.3	SITUATION DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE NORD I	45
4.3.4	SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE NORD II	46
4.3.5	SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE HAMDOUN	48
4.3.6	FLUX HYDRAULIQUES	49
4.3.7	QUALITE DES EAUX EPUREES, TRAITEMENT TERTIAIRE ?	51
4.3.8	FLUX DE BOUES PRODUITES	53
4.3.9	CONCLUSION THEMATIQUE.....	55
4.4	RESEAU D'IRRIGATION	55
4.4.1	DIAGNOSTIC DE LA LIGNE DE PRODUCTION	55
4.4.2	LA PROBLEMATIQUE DU POMPAGE	58
4.4.3	COMPOSITION DU RESEAU DE DISTRIBUTION	59
4.4.4	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RESEAU D'IRRIGATION	60
4.4.5	EFFICIENCE DU RESEAU D'IRRIGATION.....	67
4.4.6	IRRIGATION A LA PARCELLE.....	67
4.4.7	INCIDENCES SUR LES MILIEUX AQUATIQUES	68
4.5	FILIERES AGRICOLES.....	69
4.5.1	PRESENTATION DE L'ANALYSE FILIERES.....	69
4.5.2	CARACTERISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DU PI	69
4.5.3	FONCTIONNEMENT GLOBAL DES PRODUCTIONS ET IDENTIFICATION DES PRINCIPALES CONTRAINTES ET POINTS FORTS	73
4.5.4	FILIERES VEGETALES : CONTRAINTES ET POINTS FORTS	74
4.5.5	FILIERES ANIMALES : CONTRAINTES ET POINTS FORTS	80
4.6	GESTION DU RISQUE SANITAIRE	86
4.6.1	DEFINITION DU RISQUE SANITAIRE : PATHOLOGIES.....	87
4.6.2	QUALITE PHYSICO CHIMIQUE DES EUT	88
4.6.3	QUALITE BIOLOGIQUE DES EUT	91
4.6.4	MILIEU PHYSIQUE	92
4.6.5	USAGERS.....	93
4.6.6	PRODUCTIONS AGRICOLES.....	94

4.6.7	DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES.....	96
4.6.8	CONCLUSION THEMATIQUE.....	98
5	SYNTHESE DU DIAGNOSTIC.....	99
5.1	SYNTHESE THEMATIQUE.....	99
5.1.1	TH1 INSTITUTIONNEL.....	99
5.1.2	TH2 TRAITEMENT DE L'EAU.....	101
5.1.3	TH3 RESEAU HYDRAULIQUE.....	102
5.1.4	TH4 IRRIGATION A LA PARCELLE.....	102
5.1.5	TH5 GESTION DU RISQUE SANITAIRE.....	104
5.1.6	TH6 AGRONOMIE.....	106
5.1.7	TH7 FILIERES.....	107
5.1.8	TH8 BOUES D'EPURATION.....	109
5.1.9	TH9 ECONOMIE DU PERIMETRE IRRIGUE.....	111
5.1.10	TH10 EXTERNALITES ENVIRONNEMENTALES.....	113
5.2	SYNTHESE GLOBALE (SWOT).....	114
6	PLAN D'ACTIONS.....	117
6.1	PRINCIPES DU PLAN D'ACTIONS.....	117
6.1.1	OBJECTIFS STRATEGIQUES.....	117
6.1.2	ECHELLE, TYPOLOGIE D'ACTIONS.....	118
6.1.3	PROPOSITIONS MAJEURES.....	118
6.2	PROPOSITION MAJEURE 1 : INFRASTRUCTURES.....	118
6.2.1	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DE L'INFRASTRUCTURE.....	119
6.2.1	EVALUATION DES BESOINS EN EAU.....	122
6.2.2	VARIANTES D'INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES.....	124
6.2.3	VARIANTES POUR LE RESEAU DE DISTRIBUTION.....	138
6.2.4	FAISABILITE POUR UN POMPAGE SOLAIRE.....	138
6.3	PROPOSITION MAJEURE 2 : FERME PILOTE.....	147
6.3.1	OBJECTIF DE DEVELOPPEMENT DES CAPACITES.....	147
6.3.2	APPROCHE AGRO-ECOLOGIQUE.....	148
6.3.3	ORGANISATION GENERALE.....	150
6.3.4	CONTENU ET PRINCIPAUX AXES.....	150
6.3.5	PARTENAIRES.....	152
6.4	PROPOSITION MAJEURE 3 : SYSTEME DE VIGILANCE SANITAIRE.....	152
6.4.1	OBJECTIF.....	152
6.4.2	JUSTIFICATION.....	153
6.4.3	CONSISTANCE DU SYSTEME DE VIGILANCE.....	153
6.4.4	LES PARAMETRES ET LES SIGNAUX.....	153
6.4.5	ACTEURS CONCERNES.....	155
6.4.6	MESURES DE GESTION DU DISPOSITIF D'ALERTE.....	156
6.4.7	MESURES DE GESTION DU DISPOSITIF DE VEILLE.....	158
6.4.8	MOYENS A MOBILISER POUR LA MISE EN PLACE DU SYSTEME DE VIGILANCE.....	160
6.5	PRESENTATION EXHAUSTIVE DU PLAN D'ACTIONS.....	161
6.5.1	DECLINAISON PAR THEMATIQUE.....	161
6.5.2	DECLINAISON PAR OBJECTIFS STRATEGIQUES ET NATURE.....	162

ANNEXES.....	165
ANNEXE 1 : L'ARRETE 'REJETS' DU 26 MARS 2018.....	165
ANNEXE 2 : LA NORME 'REUT' NT 106.03.....	172
ANNEXE 3 : BIBLIOGRAPHIE RELATIVE AU RISQUE SANITAIRE.....	173
ANNEXE 4 : RESULTATS TECHNICO ECONOMIQUES DES PRODUCTIONS.....	174
ANNEXE 5 : CALCULS DE BESOIN EN EAU.....	183
ANNEXE 6 : PRESENTATION DETAILLEE DES FICHES ACTIONS.....	186
ANNEXE 7 : COMMENTAIRES SUR LE RAPPORT ET REPONSES APPORTEES.....	187

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation des 4 PI investigués en juin 2016 pour le projet des pilotes REUT	2
Figure 2 : Proposition méthodologique en quatre phases	7
Figure 3 : Atelier élaboration d'un arbre à problème commun	9
Figure 4 : Vue aérienne du PPI de Zaouïet Sousse	11
Figure 5 : Arbre à problème réalisé par les agriculteurs et les institutions	22
Figure 6 : Arbre à problèmes issu de l'atelier institutionnel à Sousse.....	23
Figure 7 : Photo de l'atelier participatif mené à Zaouïet Sousse	23
Figure 8 : Arbre à problèmes définitif construit pour le PPI de Zaouïet Sousse.....	24
Figure 9 : Evaluation finale de l'atelier participatif de Sousse.....	25
Figure 10 : L'échantillon interrogé lors de l'enquête agricole (niveau formation, type de main d'œuvre...).....	26
Figure 11 : Protection sanitaire individuelle selon l'enquête.....	27
Figure 12 : Connaissances de la REUT par les agriculteurs selon l'enquête	28
Figure 13 : Maladies identifiées sur le PI lors des enquêtes.....	29
Figure 14 : Perception de la qualité du service de l'eau-1-	30
Figure 15 : Perception de la qualité du service de l'eau-2-	30
Figure 16 : Perception de la qualité d'entretien et de maintenance.....	31
Figure 17 : Connaissance de la structure chargée de l'entretien et de la maintenance	31
Figure 18 : Adéquation de la demande et du besoin au niveau de la parcelle.....	32
Figure 19 : Fréquence du tour d'eau au niveau des parcelles.....	32
Figure 20 : Impact de la non-disponibilité de l'eau sur les exploitations agricoles	33
Figure 21 : Pratiques sanitaires liées à la production de fourrage.....	33
Figure 22 : Synoptique et vues de la STEP de Sousse Sud (visite mars 2019)	45
Figure 23 : Synoptique et vues de la STEP de Sousse Hamdoun (visite mars 2019)	49
Figure 24 : Flux hydrauliques du système d'assainissement de Sousse	50
Figure 25 : Flux des boues sur le système d'assainissement du Grand Sousse	54
Figure 26 : Schéma de la ligne de production du système hydraulique de Zaouïet Sousse	56
Figure 27 : Schéma global d'alimentation du PPI de Zaouïet Sousse.....	57
Figure 28 : Profil altimétrique de la zone d'étude	61
Figure 29 : Localisation des bornes du profil altimétrique depuis logiciel de modélisation	61
Figure 30 : Représentation visuelle du fonctionnement initial du réseau.....	63
Figure 31 : Représentation visuelle du fonctionnement actuel du réseau	64
Figure 32 : Représentation visuelle du fonctionnement actuel du réseau	66
Figure 33 : Irrigation gravitaire traditionnelle à la raie sur le PI de Zaouïet Sousse	68
Figure 34 : Oliviers morts, résultat de l'hydromorphie sur Zaouïet Sousse	68
Figure 35 : Nombre d'agriculteurs suivant leur niveau d'éducation. Source : enquête SCP	70
Figure 36 : Morcellement des exploitations agricoles. Source : enquêtes SCP.....	71
Figure 37 : Morcellement parcellaire. Source enquêtes SCP.....	72
Figure 38 : Répartition du type d'exploitations agricoles.....	73
Figure 39 : Acteurs de la filière oléicole dans le futur périmètre irrigué de Zaouiet. Source : enquêtes SCP	75

Figure 40 : Oliveraie et production fourragère intercalaire sur le PI Zaouïet Sousse (Source : SCP)	78
Figure 41 : Comparaison de l'efficacité technico-économique de l'association de cultures oliviers et fourrages. Source : SCP	79
Figure 42 : Cultures fourragères pratiquées, sur 75 agriculteurs enquêtés en décembre 2019	80
Figure 43 : Acteurs de la filière laitière dans le périmètre irrigué de Zaouiet Sousse. Source : SCP	81
Figure 44 : Valeur ajoutée brute par tête en fonction du pourcentage de l'alimentation sur le produit brut. Source : enquêtes SCP	83
Figure 45 : Pour rappel les résultats pour les exploitations du périmètre de Dkhila. Source : enquêtes SCP	84
Figure 46 : Valeur ajoutée brute par tête représentée suivant le coût des fourrages sur le coût de production total. Source : enquêtes SCP	85
Figure 47 : Valeur ajoutée brute par tête en fonction du pourcentage de l'alimentation sur le produit brut Source : enquêtes SCP	86
Figure 48 : Evolution des paramètres épuratoires dans les EUT de Sousse Sud sur 2016 – 2019	91
Figure 49 : Taux d'incidence d'HVA par gouvernorat en 2017 et par 100000 habitants (Données MDO, DSSB)	97
Figure 50 : Distribution du nombre de cas de fièvre typhoïde par Gouvernorat et par an de 2012 à 2016 (Données MDO, DSSB)	98
Figure 51 : Vue aérienne du site	119
Figure 52 : Infrastructure hydraulique actuelle du PI	120
Figure 53 : Infrastructure hydraulique, variante 1, étape 1	125
Figure 54 : Bassin de stockage, vue en coupe	126
Figure 55 : Filtre à sable sous pression	127
Figure 56 : Lampe de traitement UV sous pression	127
Figure 57 : Schéma récapitulatif, variante 1, étape 1	128
Figure 58 : Infrastructure hydraulique, variante 1, étape 2	129
Figure 59 : Infrastructure hydraulique, variante 2, étape 1	130
Figure 60 : Infrastructure hydraulique, variante 2, étape 2	131
Figure 61 : Découpage des secteurs horaires STEG, tarif irrigation agricole (nuit, jour, pointe)	135
Figure 62 : Schéma de maintenance d'un filtre à sable	136
Figure 63 : Exemple de projet de pompage solaire en site isolé	138
Figure 64 : Autre exemple de projet de pompage solaire en site isolé	139
Figure 65 : Exemple de schéma de fonctionnement d'un pompage solaire	140
Figure 66 : Irradiation globale en Tunisie (kWh/m ²)	143
Figure 67 : Espérance de vie en cycles d'une batterie par rapport à la profondeur de sa décharge - batteries Sun Power VRL	146
Figure 68 : Exemples de capteurs de mesure de turbidité en continu	155
Figure 69 : Logigramme de fonctionnement du système d'alerte	158
Figure 70 : Logigramme de fonctionnement du dispositif de veille épidémiologique	160

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales caractéristiques des quatre sites pilotes potentiels (visite juin 2016)	3
Tableau 2 : Analyse multicritères pour sélectionner deux sites pilotes (visite juin 2016)	3
Tableau 3 : Gouvernance du périmètre irrigué de Zaouïet Sousse	21
Tableau 4 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Sud (DCO et MES).....	43
Tableau 5 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Sud (DBO ₅ et performance énergétique).....	43
Tableau 6 : Evolution de la qualité des EUT de la STEP de Sousse Sud entre 2016 et 2019	45
Tableau 7 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Nord II (DCO et MES).....	46
Tableau 8 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Nord II (DBO ₅ et performance énergétique).....	47
Tableau 9 : Récapitulatif d'exploitation pour Sousse Hamdoun sur la fin 2018.....	48
Tableau 10 : Efficacité du traitement des eaux usées sur la STEP de Sousse Hamdoun fin 2018...	51
Tableau 11 : Concentrations usuelles en microorganismes dans les eaux épurées	52
Tableau 12 : Doses usuelles de chloration pour les EUT.....	53
Tableau 13 : Production de boues sur le système d'assainissement du Grand Sousse.....	54
Tableau 14 : Linéaires des conduites du réseau de distribution	59
Tableau 15 : Evolution de l'efficacité du réseau de distribution PPI ZS	67
Tableau 16 : Pathologies liées aux EUT.....	87
Tableau 17 : Qualité physico chimique des EUT de la STEP de Sousse Sud (données CRDA 2016 – 2019).....	88
Tableau 18 : Qualité physico chimique des EUT de la STEP de Sousse Sud (données ONAS 2017 – 2018).....	89
Tableau 19 : Conformité des eaux usées traitées de la STEP de Sousse Sud entre 2014-2018.....	90
Tableau 20 : Analyses biologiques sur les EUT de la STEP de Sousse Sud (données CRDA 2016-2019 et DHMPE 2014).....	92
Tableau 21 : Concentrations en métaux des sols du périmètre irrigué de Zaouïet Sousse	93
Tableau 22 : Concentrations en éléments traces des EUT du PI Zaouïet Sousse, et comparaison avec les standards	95
Tableau 23 : Les risques liés à réutilisation des EUT et des boues de STEP	96
Tableau 24 : Détection du VHA dans les eaux usées	97
Tableau 25 : Les 6 constats du diagnostic institutionnel	100
Tableau 26 : Les 4 familles de constats du diagnostic sanitaire.....	105
Tableau 27 : Taux d'intensification cultural du PI.....	122
Tableau 28 : Besoins totaux du périmètre irrigué et débit d'équipement.....	123
Tableau 29 : Décomposition des coûts, variante 1, étape 1.....	128
Tableau 30 : Décomposition des coûts, variante 1 étape 2	129
Tableau 31 : Décomposition des coûts, variante 2, étape 1.....	131
Tableau 32 : Décomposition des coûts, variante 2, étape 2.....	132
Tableau 33 : Comparaison technique des variantes	132
Tableau 34 : Hypothèses de calcul économique	134
Tableau 35 : Tarifs de l'électricité STEG 2019	135

Tableau 36 : Frais d'exploitation et maintenance d'un traitement UV sous pression.....	137
Tableau 37 : Tarifs STEG	141
Tableau 38 : Chiffrage PV au sol.....	144
Tableau 39 : Les 10 thématiques et les actions correspondantes.....	161
Tableau 40 : Les 6 objectifs stratégiques et les actions d'ingénierie correspondantes.....	162
Tableau 41 : Les 6 objectifs stratégiques et les mesures d'accompagnement correspondantes	163

LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

AERMC	Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse
AFA	Agence foncière agricole
AFD	Agence française de développement
ANPE	Agence nationale pour l'environnement
CRA	Centre de rayonnement agricole
CRDA	Commissariat régional de développement agricole
CRGR	Centre de recherche du génie rural
CSB	Centre de santé de base
CTV	Cellule territoriale de vulgarisation (dépend du CRDA)
DBO5	Demande biologique en oxygène au bout de 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DGGREE	Direction générale du génie rural et de l'exploitation des eaux
DRS	Direction régionale de la santé
EUT	Eaux usées traitées
GDA	Groupement de développement agricole
IO	Institut de l'olivier
OEP	Office de l'élevage et du pâturage
ONAS	Office national de l'assainissement
ONH	Office national de l'huile
PPI	Périmètre public irrigué
REUT	Réutilisation des eaux usées traitées
SP	Station de pompage
STEP	Station d'épuration
URAP	Union régionale de l'agriculture et de la pêche (déclinaison régionale du Syndicat agricole majoritaire)

1 METHODOLOGIE MISE EN OEUVRE

Ce chapitre présente la méthodologie adoptée par l'IME pour la mission d'aide technique aux pilotes REUT tunisiens. Elaborée à la suite d'une mission de sélection des deux sites de Zaouïet Sousse et Mahdia Dkhila, cette méthodologie **approche multithématique** a été **réajustée en juillet 2019** six mois le démarrage effectif du projet, pour laisser une part plus large à l'**approche participative**.

1.1 RAPPEL DE LA DEMARCHE

1.1.1 SOLLICITATION DE L'IME PAR LES ACTEURS TUNISIENS

Le projet émerge d'une demande conjointe émanant de l'Office national de l'assainissement (ONAS) et du Ministère en charge de l'agriculture (DGGREE), auprès de l'ONG internationale basée à Marseille Institut méditerranéen de l'eau (IME).

L'IME a sollicité ses membres Société du canal de Provence (SCP) et Société des eaux de Marseille (SEM) pour un appui technique à un projet dont il assurerait la coordination. L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, dans le cadre de la coopération décentralisée, puis l'AFD, sollicitée par le Ministère en charge de l'agriculture, ont choisi d'accompagner financièrement la démarche.

Le projet, mené donc en concertation avec les acteurs de l'assainissement et ceux de l'agriculture, ce qui est une spécificité, vise à amener des résultats exploitables pour faire progresser la filière REUT tunisienne dans son ensemble.

Une mission d'expertise de la SEM et la SCP, initiée par l'IME à la demande de l'ONAS et de la DGGREE s'est déroulée entre le 30 mai et le 2 juin 2016. L'objet était la visite de quatre sites, préalablement choisis par les partenaires tunisiens, pour sélectionner un ou des pilotes.

1.1.2 OBJECTIF

L'objectif du projet est de **mettre en œuvre en Tunisie un pilote intégré de réutilisation des eaux usées traitées en agriculture**, depuis les **eaux usées brutes** en entrée de station d'épuration, jusqu'à la **commercialisation des produits agricoles**, en passant par les **traitements complémentaires** éventuels, le dimensionnement et le fonctionnement du **réseau hydraulique**, les techniques **d'irrigation à la parcelle**, les **productions agricoles** et le système de culture, la **gouvernance**...

Ce pilote (ou ces pilotes) est constitué par un périmètre REUT dans son ensemble, existant ou à créer.

La réutilisation des eaux usées requiert **une approche multidisciplinaire** : c'est ce que démontre la double sollicitation ONAS / DGGREE et c'est l'intérêt du partenariat miroir SEM / SCP.

1.1.3 CHOIX DES SITES PILOTES

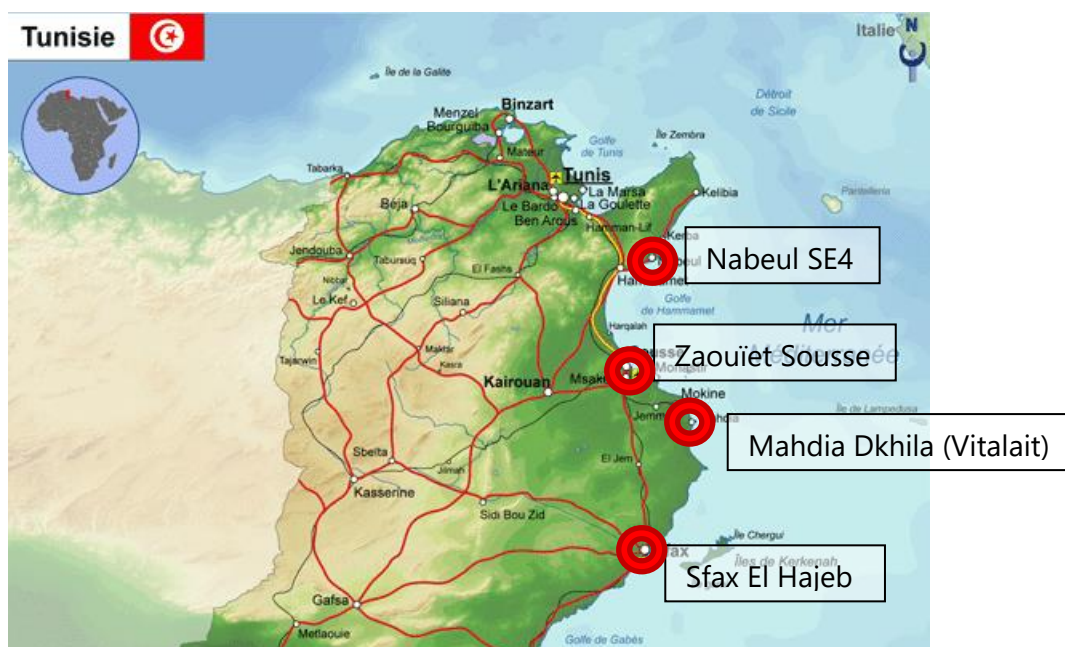


Figure 1 : Localisation des 4 PI investigués en juin 2016 pour le projet des pilotes REUT

Les objectifs de ces visites de juin 2016 étaient :

- Un diagnostic des installations existantes et en projet (traitement et réseaux d'irrigation), ainsi que des systèmes de culture en place,
- Une analyse des enjeux stratégiques environnementaux et agricoles,
- Une identification des contraintes et des potentialités de chaque site.

Quatre périmètres irrigués, 3 opérationnels et l'un en projet, ont été visités

- Le périmètre de **Nabeul SE4** est déjà dans une bonne dynamique, à la fois pour ce qui est de la composante 'traitement' (installation d'un niveau tertiaire) et de la composante 'irrigation' (adoption de pratiques économes en eau et de cultures à meilleure valeur ajoutée). 80% de l'eau usée traitée y est déjà valorisée. Il n'y a pas besoin d'un pilote.
- Le périmètre de **Sfax Sud El Hajeb** est risqué, essentiellement en raison de la qualité de l'eau délivrée par la STEP. La pérennité d'un éventuel pilote pourrait être menacée. En outre, il n'y a pas à court terme de projet de réhabilitation de la STEP.
- Le périmètre de **Mahdia Dkhila (Vitalait)**, à créer, offre des caractéristiques intéressantes, en particulier l'implication de l'agro-industriel, pour lequel la REUT est une étape de traitement de l'eau qui limitera la pression polluante au milieu récepteur.
- Le périmètre de **Zaouïet Sousse** sera nécessairement modifié avec la construction prochaine d'une nouvelle STEP, plus grande (60 000 m³/j), et plus proche du périmètre

irrigué. C'est l'occasion de repenser le réseau hydraulique, la qualité de l'eau, et le système de culture.

De façon spécifique, chacun des quatre sites présente des contraintes à la REUT, mais aussi des potentialités, qui sont résumées dans le tableau multicritères ci-dessous.

Tableau 1 : Principales caractéristiques des quatre sites pilotes potentiels (visite juin 2016)

SITE	CONTRAINTES	POTENTIALITES
NABEUL	- Pas de possibilité d'extension du taux REUSE, déjà très élevé	- R&D locale (INRGREF, ACCBAT) ⇒ technicité des irrigants en matière d'économie en eau - Traitement tertiaire construit - Prix de vente couvrant +/- charges de fonctionnement des GDA
SOUSSE	- Continuité du service de l'eau (coupures de courant électrique) - Problème de sécurité du réservoir - Qualité de l'eau médiocre (yc sanitaire, épisode toxines cholériques) - Fourniture par quartier non homogène - Prix de vente insuffisant / GDA	- Nouvelle STEP en cours de construction : optimisation possible de la conception et du fonctionnement du système STEP / REUSE - Nouvelles cultures possibles - Extension du périmètre possible
MAHDIA	- Eau d'origine agro-industrielle - Milieu récepteur sensible : pollution de l'oued, puis Sebkha - Salinité de la nappe - Gestion des saumures (production d'eau de process par osmose inverse)	- Réseau neuf à implanter - Producteur des EUT impliqué dans la valorisation (fourrages / lait) : système intégré possible
SFAX	- Obsolescence de la STEP : mauvaise qualité de l'eau - Sols drainants, assolements gourmands, technique d'irrigation peu économe : forte consommation d'eau - Pas de stockage : problème de régulation hydraulique	- Volonté d'agrandissement du périmètre

Tableau 2 : Analyse multicritères pour sélectionner deux sites pilotes (visite juin 2016)

CHOIX DES SITES				
	NABEUL SE4	SOUSSE Sud	MAHDIA Vitalait	SFAX Sud
Amélioration de l'environnement	-	**	***	**

Amélioration des pratiques (culture, irrigation)	-	**	-	***
Extension de périmètres	-	**	***	**
Projet intégré assainissement x usage agricole	-	**	***	*
Coordination avec les projets en cours	*	***	***	-
Motivation des agriculteurs	***	***	***	***
Amélioration de la qualité de l'eau	-	**	**	***
Amélioration de la sécurité	*	***	-	*
Amélioration de la régulation hydraulique	**	***	*	***
Possibilité de réseau sous pression	**	**	***	*

A la lumière de cette analyse multicritères, et après validation par le COPIL de cette démarche, ce sont les sites de **Zaouïet Sousse** et **Mahdia Dkhila** qui ont été choisis pour la démarche des pilotes :

- **Zaouïet Sousse** car ce PI peut être considéré comme dans une situation médiane entre Sfax El Hajeb où la qualité des eaux est problématique et ne pourrait pas être réglée à court terme et Nabeul SE4 où une évolution est déjà constatée, avec plusieurs projets de recherche et de coopération internationale
- **Mahdia Dkhila** car il s'agirait du premier PI REUT tunisien à valoriser des eaux issues d'une industrie (laiterie)

1.1.4 PREMIERS ENSEIGNEMENTS GENERAUX

■ 3 cas de figure

On constate trois cas de figure différents :

- Un périmètre dynamique, favorisé par la présence d'une station expérimentale agronomique de l'INRGREF (Nabeul SE4), la participation à un projet de recherche méditerranéen, et le développement de pratiques d'irrigation plus économes en eau et de cultures à plus grande valeur ajoutée. Le taux de réutilisation est élevé, et les agriculteurs dans une attitude plutôt positive.
- Des périmètres qui rencontrent des difficultés (Sousse Sud et Sfax Sud), d'ordre technique (entretien de l'équipement), économique (équilibre financier des GDA

gestionnaires du réseau) ou sanitaire (qualité de l'eau). Le taux de réutilisation est faible, et les agriculteurs dans une attitude plutôt critique.

- Un périmètre en projet (Mahdia Vitalait), à proximité immédiate d'une agro-industrie, et pour lequel il est prévu la valorisation des eaux industrielles traitées.

■ Des points communs

On remarque plusieurs points communs aux différents sites :

- Compte-tenu des conditions climatiques, l'irrigation présente un intérêt quasiment toute l'année, ce qui est adapté à la production régulière des EUT par les STEP,
- La motivation des irrigants à l'idée de rejoindre un projet pilote est toujours importante,
- Mis à part Nabeul SE4, l'irrigation concerne des parcelles d'oliviers, dont l'écartement permet de mettre en place des cultures intercalaires (essentiellement fourragères), et l'irrigation est réalisée en technique traditionnelle de submersion.

■ Des limites déjà identifiées à ce stade par rapport à la pratique de la REUT

A la lumière des difficultés rencontrées, on peut mettre en évidence les limites suivantes :

- Le prix de vente de l'eau aux irrigants par les GDA est souvent resté au plancher fixé par la réglementation, soit 20 millimes DIT /m³, ce qui empêche de recouvrer une recette suffisante à l'exploitation et à la maintenance des périmètres,
- En période de pointe estivale, la fourniture d'électricité est souvent contrainte par des horaires stricts, ce qui désorganise les tours d'eau et limite la valorisation de l'eau,
- Les techniques d'irrigation employées (submersion) sont consommatrices, et l'efficacité de l'apport d'eau à la parcelle est relativement faible, ce qui limite l'extension des périmètres irrigués et le nombre de bénéficiaires,
- Exception faite de Nabeul, les assolements irrigués (fourrage intercalé dans des oliveraies : bersim, sorgho,...) sont consommateurs en eau, et en termes financiers valorisent modestement chaque volume d'eau,
NB : la qualité de la récolte d'olives dans une oliveraie irriguée par submersion est estimée inférieure pour ce qui est de la teneur en huile ; la quantité est en revanche supérieure, ce qui peut permettre de compenser
- Le jeu d'acteurs entre les différentes parties prenantes intervenant sur la REUSE (ONAS, CRDA2 et GDA) est parfois compliqué localement, ce qui ne facilite pas la résolution des dysfonctionnements,
- Les GDA responsables de périmètres irrigués en REUSE, à l'instar des GDA responsables de périmètres irrigués en eaux conventionnelles, rencontrent des difficultés techniques (maintenance notamment), organisationnelles et financières.

² Centre régional de développement agricole – service déconcentré du Ministère de l'agriculture

1.1.5 ELABORATION DE LA METHODOLOGIE INITIALE

Le principe de l'approche sur les projets pilotes était de balayer l'ensemble des problématiques rencontrées par une opération de REUT en cours, ou un projet en cours de développement, en s'appuyant sur l'expertise d'une équipe pluridisciplinaire.

Un programme d'intervention multithématique a donc été tracé, répondant à une série de questions autour de 10 thématiques :

- TH1 : contexte institutionnel – jeu d'acteurs
- TH2 : traitement de l'eau
- TH3 : réseau hydraulique de distribution des EUT
- TH4 : pratiques d'irrigation
- TH5 : qualité sanitaire de l'eau et gestion du risque
- TH6 : productions agricoles : itinéraires techniques
- TH7 : productions agricoles : commercialisation
- TH8 : gestion des boues d'épuration
- TH9 : équilibre économique
- TH10 : externalités environnementales et économie circulaire

L'idée était de réaliser un travail de phase 1 visant à :

- recueillir le maximum de **données d'entrée** sur ces 10 thématiques à travers la **bibliographie** existante et des **rencontres** avec les acteurs institutionnels et les parties prenantes du périmètre
- puis de dresser un **diagnostic**, et répondre aux questions qui émergeaient en proposant des **interventions concrètes**

Ceci devait permettre en phase 2 d'appeler des financements afin de détailler et mettre en œuvre l'ensemble des préconisations issues de la phase 1.

1.2 AJUSTEMENT METHODOLOGIQUE DE JUILLET 2019

Dans un contexte de refonte globale de la stratégie de réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie, ces deux projets pilotes sont l'opportunité d'expérimenter des **nouvelles approches** dont le seul objectif est la pérennisation des périmètres irrigués. Notre vision pour ces pilotes n'est pas juste de proposer d'énormes recommandations mais aussi de construire les conditions favorables à leur mise en œuvre.

Cela ne peut se faire sans dialogue entre les acteurs, sans respect et confiance. C'est la raison pour laquelle, après quelques mois d'étude et un constat partagé de l'équipe IME avec les partenaires tunisiens, il a été décidé de réorienter la méthodologie en s'appuyant sur **deux piliers** principaux :

- **Une approche institutionnelle** approfondie (TH1) afin de bien comprendre et de proposer de surmonter ce qui s'avère être une des difficultés essentielles rencontrée par les PI REUT,

- **Une approche participative intégrée (API)** qui fasse la part belle aux bénéficiaires et usagers du périmètre irrigué : les agriculteurs eux-mêmes, avec notamment leurs pratiques de production, leur gestion du risque sanitaire et leurs contraintes économiques.

Le choix de ne pas travailler sur une TH1 « aspects institutionnels » au même niveau que les 9 autres est issu des premières observations du terrain. **25 réunions et ateliers** ont été organisés entre janvier et juillet 2019 sur les deux périmètres. Trois observations majeures émergent :

1. les différentes thématiques ne peuvent être traitées séparément car il y a de nombreuses interactions entre elles,
2. la dimension sociale et institutionnelle lie ces thématiques, elle est transversale,
3. et enfin il est nécessaire d'instaurer ou de réinstaurer un dialogue multi acteurs apaisé et constructif sur les deux pilotes.

Nous observons en effet des **conflits latents** à Zaouïet Sousse :

- la responsabilité des dysfonctionnements du périmètre ces dernières années est rejetée les uns sur les autres par les différents acteurs,
- le manque de transparence entre les acteurs institutionnels et les agriculteurs entraîne une culture de la méfiance,
- l'absence de mécanisme de régulation et de coordination adaptés ne facilite pas l'évolution de cette situation.

Nous avons la conviction de la nécessité **d'impliquer les acteurs** dans la **définition des enjeux** des périmètres ainsi que **l'identification des actions de développement** à réaliser. La contribution des acteurs est une clé pour que les propositions de notre étude soient les plus réalistes possibles et appropriées par les acteurs locaux.

Enfin, l'approche participative n'a pas exclus **l'apport d'expertise extérieure**. Cette expertise était nécessaire pour renforcer la robustesse des propositions et assurer la faisabilité et la cohérence du plan d'actions final.

La nouvelle proposition méthodologique fut organisée en 4 phases.

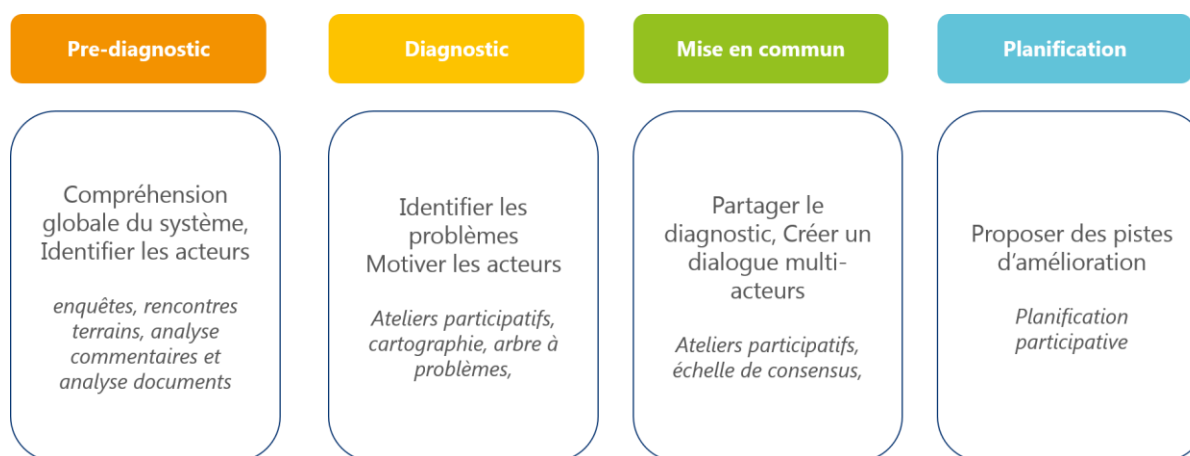


Figure 2 : Proposition méthodologique en quatre phases

1.3 PREPARATION ET DEROULEMENT DES ATELIERS PARTICIPATIFS

Nous avons fait le choix de travailler avec deux groupes distincts pour ces ateliers :

- Un groupe 'institutionnels' composé des différentes parties prenantes hors agriculteurs (ONAS, CRDA, GDA, Ministère de la Santé, SMSA,...)
- Un groupe 'usagers' composé des agriculteurs du périmètre irrigué

En effet, la mise en place d'une plateforme de dialogue multi-acteurs nécessite de suivre une démarche propédeutique qui ne commence pas par mettre les acteurs hétérogènes avec des visions différentes et des enjeux disparates voire même opposés sur une même arène. Les deux groupes se sont réunis dans un second temps de mise en commun et de partage du diagnostic. Nous souhaitons ainsi limiter les rapports inégaux de pouvoir entre l'administration, les agriculteurs et le GDA.

4 ateliers ont été menés :

- Un sur l'analyse de la gouvernance passée
- Deux sur le diagnostic
- Un sur la mise en commun et la planification

1.3.1 ANALYSE DE LA GOUVERNANCE

Nous avons utilisé pour cette étape l'outil SMAG (Self-Modelling for Assessing Governance ou Modélisation autonome pour l'évaluation de la gouvernance). C'est un outil participatif conçu par le centre de recherche Irstea G-EAU de Montpellier pour :

- Elucider les décisions-clefs qui ont été prises et construire une compréhension partagée des raisons et impacts de ces décisions ;
- Partager l'histoire de la gouvernance d'un projet;
- Analyser et faire des recommandations sur ce qui pourrait ou devrait être modifié dans la gouvernance actuelle et future du projet.

1.3.2 DIAGNOSTIC PARTAGE

Pour cette phase, nous avons travaillé séparément avec les administrations et les agriculteurs autour de l'élaboration d'un arbre à problèmes. Il s'agissait d'identifier les aspects négatifs du fonctionnement du périmètre de ZS et déterminer la relation de « cause à effet » entre des problèmes identifiés.

Le premier **atelier 'institutionnels'** s'est déroulé le 10 septembre et a réuni 23 participants. Les participants présents sont les agriculteurs en présence des représentants des différentes administrations opérant sur le PI.



Figure 3 : Atelier élaboration d'un arbre à problème commun

Le second **atelier 'agriculteurs'** a eu lieu le 11 septembre à la délégation de Zaouiet Sousse en présence de 8 agriculteurs.

Enfin une étape de **mise en commun** s'est tenue en présence des deux groupes distincts le 23/10/2019 à l'hôtel Sousse Palace. 60 participants étaient présents.

1.4 PREPARATION ET DEROULEMENT DES ENQUETES AGRICOLES

Les enquêtes agricoles ont été réalisées sur la base d'une **assiette estimée à 250 agriculteurs**. Il était prévu d'interroger 70 agriculteurs et **77 enquêtes ont été réalisées**, nous permettant de dépasser l'objectif initialement fixé. L'**échantillon** est **représentatif**.

Le questionnaire d'enquête, co-construit avec la DG/GREE et les CRDA, se structure autour de deux grandes parties, la première visant à caractériser les exploitations agricoles, le fonctionnement hydraulique du périmètre et le lien avec l'ONAS, les principales contraintes des exploitants, et la deuxième visant à caractériser l'économie des exploitations par la réalisation de calculs technico-économiques.

Une équipe de 3 enquêteurs a été mobilisée et les enquêtes ont été réalisées fin décembre qui coïncide avec la période de récolte des oliviers. L'exploitation des a été réalisée en janvier/février.

1.5 PLANIFICATION STRATEGIQUE PAR OBJECTIFS

La logique de planification adoptée est la **planification stratégique par objectif**. Elle est fondée sur la déclinaison de l'objectif global- qui n'est autre que la vision commune construite lors de l'atelier de mise en commun- en objectifs spécifiques. Ces Objectifs Spécifiques ont été traduits en un **programme opérationnel** comportant les actions nécessaires pour atteindre

les objectifs visés et établir par la suite les schémas d'aménagement correspondants et définir les mesures d'accompagnement nécessaires

Les actions développées lors de l'atelier dans le cadre du plan opérationnel (plan d'action) ont été par la suite quantifiées et inscrites dans le temps et dans l'espace avec une estimation des coûts respectifs de réalisation. Le plan d'action a permis de spécifier :

- La nature de l'action
- L'échéancier de sa réalisation
- Le coût
- L'organisme pilote de mise en œuvre et les organismes contributeurs
- Les moyens humains et matériels nécessaires pour la mise en œuvre
- La source de financement

Pour chaque action définie une fiche d'action sera établie pour faciliter d'éventuelles requêtes de financement ou mobilisation de fonds.

Le plan d'action a été soumis à l'analyse de la faisabilité technique des actions retenues.

2 PRESENTATION DU PERIMETRE DE ZAOUIËT SOUSSE

2.1 SCHEMA DE LOCALISATION ET DE COMPREHENSION

La figure suivante introduit le périmètre de **Zaouiët Sousse**, alimenté par la station d'épuration de **Sousse Sud**.



Le PI de Zaouiët Sousse est situé entre

- la zone urbanisée de Zaouiët à l'Ouest,
- la zone industrielle de Sousse à l'Est,
- l'oued Hamdoun au Sud
- et la Sebkha El Hamda Cherguia au Nord

L'extension urbaine de Zaouiët s'approche du périmètre, et est désormais contigüe au réservoir de stockage.

Figure 4 : Vue aérienne du PPI de Zaouiët Sousse

2.2 CARTE D'IDENTITE DU PERIMETRE IRRIGUE

Le rapport de phase 1 'Etat des lieux' a permis de tracer la carte d'identité du PI de Zaouiët Sousse, qui reprend les éléments essentiels qui le constituent

Carte d'identité du périmètre Zaouiet Sousse				
Création :	1987	Surface irrigable :	205 initialement, + 52 ha en 2018	
Localisation :	Gouvernorat de Sousse - délégation de Zaouia Ksibet Thrayet			
Ressource en eau :	Initiale	Actuelle		Potentielle
	STEP Sousse Sud			STEP Sousse Hamdoun
Caractéristiques de la STEP actuelle (Sousse Sud) :			Lit bactérien et boues activées	

Traitement tertiaire :			Non
	< 2018 (Sousse Sud en surcharge)	2018 – 2019... (Sousse Sud en souscharge)	Potentiel (Sousse Sud + Hamdoun)
Débit d'EUT disponible :	Capacité nominale : 18 700 m ³ /j Quantité traitée 2016-2018 : 30 000 m ³ /j Quantité traitée 2019 : 10 000 m ³ /j (délestage vers Sousse Hamdoun) Perspectives après réhabilitation : 24 000 m ³ /j (information ONAS)		
Alimentation :	Dans la partie amont de la conduite de rejet, un ouvrage de prise en dérivation permet de dévier les EUT et de les diriger vers la station de pompage d'irrigation par l'intermédiaire d'une conduite d'amenée en béton armé, diamètre 800 de longueur 60 m. Ce piquage a été construit lors de création du périmètre irrigué de Zaouiet Sousse		
Station de pompage :	Gestion : CRDA Conception initiale : 4 pompes (3+1), débit 250 m ³ /h et 45 m HMT par pompe Etat 2019 après pannes liées aux inondations : 2 pompes, débits 400 et 600 m ³ /h		
Stockage :	2 500 m ³ en tête de réseau, point haut		
Réseaux irrigation :	17.7 km de conduites 102 bornes d'irrigation		
Productions agricoles :	Oléiculture avec cultures fourragères intercalées (sorgho, bersim...)		
Taux annuel de valorisation des EUT :	<i>Non pris en compte en 2019 vu les pannes sur la station de pompage et la détérioration brutale de la qualité de service</i> Sur la période 2014-2018 : 6% environ des volumes produits annuellement par la STEP, considérant les volumes journaliers traités (30 000 m ³ /j) et la consommation annuelle du PI (700 000 m ³)		



Station de pompage du réseau REUSE



Irrigation gravitaire traditionnelle (robta)

Bassin de stockage des eaux usées traitées



Parcelle d'oliviers intercalés avec sorgho fourrager

3 RESULTATS DU DIAGNOSTIC PARTICIPATIF

Ce chapitre présente les éléments de diagnostic recueillis auprès des parties prenantes locales, à travers :

- des **échanges avec les acteurs institutionnels** en janvier – février 2019
- des **ateliers participatifs** en septembre – octobre 2019
- des **enquêtes auprès des agriculteurs** du PI en décembre 2019

3.1 ECHANGES PREALABLES AVEC LES ACTEURS INSTITUTIONNELS

Lors de ces réunions au siège du CRDA (24/1, 11/2), avec le GDA (24/1) et à l'Institut de l'olivier (11/2), un nombre important de problématiques ont été abordées. On en retiendra les principaux constats suivants, qui s'appuient sur des informations issues de verbatim et délivrées lors de ces échanges.

3.1.1 ORGANISATION INSTITUTIONNELLE ET APPROCHES SOCIALES

■ Une réglementation parfois mal connue

- Questionnement des membres du GDA sur les aspects réglementaires relatifs au cahier de charge relatif à l'irrigation par les EUT et les restrictions des cultures

■ Une coordination régionale et des conventionnements qui se mettent en place progressivement

- Existence d'une Commission régionale 'Eaux usées traitées', animée par le CRDA (2 réunions en décembre 2017, et février 2018)
- Exemple d'intervention de cette Commission : mesures d'interdiction et d'amende sur un usage d'EUT en maraîchage en octobre 2018, à Sidi Bouadi
- Contrat de gérance en cours d'élaboration avec le GDA
- Constat du délégué à l'occasion d'une réunion de : problème de responsabilité entre l'ONAS et le CRDA pour la livraison de l'eau en quantité et en qualité, conventionnement nécessaire
- Demande d'un système d'assurance des cultures contre les risques de perte des récoltes suite à une détérioration de la qualité de l'eau

■ Des élus locaux qui commencent à se manifester (décentralisation)

- Positionnement du maire de Zaouïet lors d'une réunion technique sur le coton : l'agriculture est à protéger et à développer, pour la sécurité alimentaire et pour l'emploi

■ Une acceptabilité moyenne

- Acceptabilité : pas d'étude réalisée, mais « il y a des gens pour et des gens contre »

■ Des actions de vulgarisation et sensibilisation ponctuellement organisées par le CRDA / la CTV

- Organisation d'une réunion de sensibilisation entre les PI REUT de Zaouïa Sousse et M'Saken en septembre 2018, avec CRDA, GDA, Santé, ONAS, Environnement
- Organisation d'actions de sensibilisation destinées aux agriculteurs ; journée d'information technique, de démonstrations pratiques, d'école champs (en moyenne 15 agri/réunion)
- Découpage d'une journée type de vulgarisation : explication du traitement des EU, description des risques de mise en contact, minimisation des risques et démonstration sur le terrain

3.1.2 QUALITE DE L'EAU, FONCTIONNEMENT DU PERIMETRE

■ Un fonctionnement du réseau défaillant qui ne garantit pas la continuité du service et provoque le mécontentement des agriculteurs

- Disponibilité d'eau : pas de garantie de continuité et de la qualité du service
- Manque d'eau en été
- Courrier à venir de l'URAP pour demander le règlement du problème de service de l'eau
- Conduite d'adduction très vieille avec casses fréquentes
- Gros effort de réhabilitation (pompage, bornes et réseau secondaire), en conséquence grosses attentes sur le taux d'intensification (> 100%), déçues
- Dysfonctionnement du réseau, même après rénovation : pénuries (motif = diminution des rejets de Sousse Sud ?)
- Manque un pompiste de nuit)
- ONAS : volonté de l'amélioration du service de l'eau avec développement d'un stockage des EUT

■ Un pompage perturbé par les tarifs horaires de la STEG

- Problème d'accès à l'électricité : pompage 11h-15h interdit par la STEG 19h-22h en tarif de pointe, mais sur les plages restantes 22h-11h et 15h-19h il reste peu de débit disponible !

■ Une station d'épuration jugée dysfonctionnelle et des espoirs d'amélioration avec la mise en service de Sousse Hamdoun³

- Qualité d'eau très détériorée récemment, engendrant la perte des récoltes (MES, Taux de boue élevé, parfois eaux brutes) avec bouchage des bornes : les agriculteurs sont conscients que la saturation de la station induit la détérioration de la qualité d'eau

³ Ces retours datent de début 2019 et méritent d'être nuancés depuis que Sousse Hamdoun a été mise en service et que le délestage de Sousse Sud induit une meilleure qualité de l'eau traitée

- Peur du risque de perte des investissements à la parcelle (installations) suite à la détérioration de la qualité d'eau
- Evocation des possibilités d'alimentation du PI à partir de la station de Sousse Hamdoun

3.1.3 PROBLEMES FONCIER ET PRIX DE L'EAU

■ **Un foncier peu adapté à l'amélioration des conditions de production agricole, et menacé par l'urbanisation**

- Morcellement parcellaire
- Cumul de 2 propriétaires : celui des oliviers, celui du sol...
- Remembrement compliqué
- Problème d'urbanisation et menace sur les terres agricoles

■ **Une tarification insuffisante pour couvrir les coûts, et un recouvrement largement incomplet**

- Prix de vente de l'eau aux usagers par le GDA 35 millimes/m³, cout de revient avec énergie 60, prix de revient global avec amortissement et entretien SP 90
- Eau distribuée au GDA comptabilisée par compteurs
- Refus de paiement de l'eau sans amélioration de qualité du service : garantie de qualité et de quantité
- Taux de recouvrement des agriculteurs (20-30%)
- Besoin de sensibilisation sur les aspects de tarification, besoin de compréhension de la structure du coût de l'eau

3.1.4 GESTION DU RISQUE SANITAIRE

■ **Un contrôle de la qualité de l'eau effectif** (quoique les analyses ne soient pas forcément disponibles à la demande), **et une procédure de coupure d'eau fonctionnelle, mais lente**

- Partage des données : Mme Fadoua envoie les résultats d'analyse à l'ONAS et à la Santé. Elle en reçoit elle aussi quelques fois.
- Contrôle de la qualité de l'eau du CRDA au niveau du réservoir, par un laboratoire privé, tous les 15 jours pour la bactériologie, tous les mois pour la physico-chimie
- Episode de contamination au choléra détectée par analyse (en 2003) : coupure de l'eau, vidange du réservoir et nettoyage
- Système d'alerte en place : note du CRDA à la Santé, l'ANPE, le gouvernorat et la DGGR, sachant que c'est la Santé qui décide de la coupure d'eau
- Présence de vibrion cholérique détectée en mars 2017, œufs d'helminthes en avril 2017, mais les contre-analyses du Ministère de la Santé ont été négatives : pas de coupure d'eau

■ Des pratiques de gestion des risques sanitaires insuffisantes

- Nuisances liées au bassin de stockage, situé en zone urbanisée (et heureusement récemment clôturé), odeurs et moustiques
- Pas de mesure de sécurité sanitaire prise par les exploitants surtout les ouvriers journaliers
- Contrôle des pratiques agricoles : alerte par un agent de l'omda⁴ ou par la CTV, constat, procès-verbal CRDA, puis sanctions
- Type de vaccination administrée : seule la vaccination anti tétanique, souvent non disponible au niveau des dispensaires
- Apparition parfois de lésions cutanées chez les exploitants du système d'irrigation

3.1.5 AGRONOMIE ET PRATIQUES D'IRRIGATION

■ Des rendements fourragers et oléicoles intéressants, qui démontrent l'intérêt agronomique de la REUT dans le contexte sahélien

- Objectif d'élargir la gamme d'analyses pédologiques du CRDA de Sousse, cohérent avec une amélioration du suivi du PI
- Rendement de sorgho : 3 coupes : 140T/ha/an
- Rendement de bersim : 90T/ha/an

■ Des pratiques d'irrigation adaptées au morcellement du parcellaire, mais archaïques et peu économes en eau et qui soulèvent des questions

- Nappe salée, réseaux de transfert éloignés, pas d'autre choix que d'irriguer avec les EUT
- Irrigation à la raie à partir de rigoles de terre aménagées à la bêche, pratique archaïque qui occasionne surdosage et gaspillage de l'eau
- Questionnement des agriculteurs sur les doses et périodes d'irrigation à respecter pour l'optimisation des rendements en huile : quand arrêter l'irrigation pour augmenter le rendement en huile ?

3.1.6 FILIERES AGRICOLES

■ L'olivier, arbre sacré du Sahel, élément indétrônable des PI REUT en zone sahélienne⁵

- Plantations d'oliviers existantes avant la création du périmètre (90% de la superficie contre 10% de terre nue)
- Remplacement de l'olivier impensable « On ne touche pas à l'Olivier »

⁴ L'omda ou imada est la plus petite division administrative de Tunisie, et correspond à un quartier ou un hameau. On compte 24 gouvernorats nommés d'après leur chef-lieu. Ces gouvernorats sont eux-mêmes divisés en 264 délégations, elles-mêmes divisées en 2 073 imadas

⁵ Sahel tunisien = gouvernorats de Mahdia, Sousse et Monastir

- Approximation de la production d'huile d'olive du PI REUT de Zaouïet assez peu concordante selon les acteurs (entre 250 000, 500 000 litres voire 2 000 000 litres par an pour les 250 ha) (forte variabilité interannuelle)
- Autoconsommation de l'huile d'olive souvent annoncée, mais probablement partielle au vu des volumes importants produits et du nombre de familles bénéficiaires (même si consommation hors périmètre)

■ **Le fourrage en intercalaire, principale culture irriguée au milieu des oliveraies traditionnelles, menacée par les difficultés de l'élevage bovin**

- Principales cultures développées après la mise en eau du PI en 1987 : fourrages d'été et d'hiver
- Fort attachement au fourrage par les agriculteurs du périmètre
- Elevage bovin intégré avec une diminution notable de la taille du cheptel suite à l'augmentation des prix des aliments concentrés : d'où une volonté de diversification des productions intercalaires
- Volonté de développer de l'arboriculture fruitière, l'olivier intensif, les pépinières... (le PI de Ouerdanine est souvent cité en exemple)

■ **Une volonté de diversification des cultures intercalaires, animée par un débat contradictoire sur le retour du coton**

- Programme national entre la SITEX (entreprise textile d'état), l'Office de l'élevage et du pâturage (OEP), MARKOU (entreprise de machinisme grecque spécialisée sur la culture du coton), et l'Institut national agronomique de Tunis (INAT) pour la relance d'une filière coton tunisienne
- Mention d'un investisseur privé, qui serait prêt à s'engager
- Implication de (OEP) car tous les produits et sous-produits du coton sont valorisables : de la fibre (textile), à la graine (huile pour alimentation du cheptel) en passant par le déchet végétal à valoriser en compost (boue – déchets verts)
- SITEX cherche 3000T/an, fournirait les semences, et serait prête à investir pour l'acquisition d'une machine de récolte (cueillette = 47% des charges)
- Soutien du syndicalisme agricole (URAP), par souci de diversifier les productions
- Besoins annuel en eau 5000 m³/ha/an, 50% de moins que les 2 à 3 cycles de fourrage intensif actuels constatés sur le PI
- Labour profond requis pour le coton, risque pour les oliviers intercalés ?
- Succession culturale possible coton en été avoine en hiver
- Demande du délégué de Zaouïet : que SITEX prenne en charge une expérimentation complète sur le coton dans la délégation, avec mise à disposition de parcelles par des agriculteurs
- Demande d'une convention répartissant les rôles et les responsabilités entre OEP, CRDA, SITEX, CRDA et agriculteurs
- Accueil mitigé de la part les agriculteurs et le CRDA
- Tentatives de culture du coton qui n'ont pas fonctionné par le passé dans la zone par manque de main d'œuvre et difficultés de commercialisation

- Problème foncier très pénalisant pour la culture du coton : le morcellement, qui empêchera la mécanisation de la culture

■ **Une production laitière en perte de vitesse, mais qui survit par la mise en œuvre de circuits courts**

- Centre de collecte a fermé en 2002
- Collecteurs privés présents sur la zone
- Lait vendu en porte à porte (expérience rare en Tunisie)

3.1.7 ENVIRONNEMENT

■ **Des travaux de recherche de l'Institut de l'olivier réalisés et toujours en cours au sujet de l'impact de la REUT sur l'environnement et sur la production oléicole**

- Etudes entamées depuis 2003 par l'institut de l'olivier
- Etudes ONH et Institut de l'Olivier relatives à l'impact de l'irrigation avec les EUT sur la qualité de l'huile
- Convention signée en décembre 2018 entre le CRDA, l'Office national de l'huile et l'Institut de l'olivier visant le suivi de la qualité des sols, bonnes pratiques et qualité du produit fini, spécifique à Zaouïa (recherche de financements)
- Parcelles de démonstration: comparaison de l'impact de la REUT sur la microbiologie des sols de trois parcelles
- Programme d'amélioration de la productivité de l'olivier 2018-2023 (extension de la production et amélioration des pratiques à la parcelle)

■ **L'impact de la REUT sur la salinisation des sols et des nappes et sur la qualité des eaux souterraines environnement étudié par ailleurs à travers plusieurs projets de recherche**

- Cycle météorologique 1 année sèche, 3 années pluvieuses
- Importance du risque de salinisation et remontée de la nappe, donc nécessité de mettre en œuvre des pratiques de sur-irrigation et de drainage (travaux récents sur le PI en ce sens)
- Projet de recherche IRESA INRA Dijon sur PI Sousse Zaouïa « impact de 15 ans de REUT sur les sols et les nappes » (cations majeurs, ETM, microbiologie). Poursuite avec CERTE et Université de Bourgogne sur la structure génétique des communautés. Auteur : Yassine HIDRI
- Projet de recherche avec INRGREF sur PI Nabeul Oued Souhil (ETM dans eaux de nappe et sols) « comparaison de 10 ans d'irrigation avec des EUT et des eaux conventionnelles »
- Projet de recherche « sensibilité des sols vis-à-vis de la pollution », comparaison Oued Souhil et Beni Khia
- 10 puits traditionnels présents sur le périmètre et utilisables pour le suivi des ressources en eau, et notamment niveau et salinisation de la nappe

3.1.8 BOUES D'EPURATION

■ **Une gestion des boues d'épuration toujours à l'état d'acquisition de références, même si la réglementation existe et qu'une Commission régionale pilotée par l'ONAS est en place**

- La réglementation existe, les problèmes aujourd'hui sont la logistique et la réticence des usagers
- Existence d'une commission 'boues' au niveau du gouvernorat (au même titre que les commissions 'REUT' ou 'margines'), regroupant CRDA, Santé, ONAS et Environnement, et doté de pouvoirs d'autorisation, contrôle et sanction (animation ONAS)
- Contrôle de la qualité des boues du réservoir par semestre (œufs d'helminthes, Cd, Zn, As, Pb)

NB : ces résultats d'analyse n'ont pas pu être récupérés, nous doutons qu'ils soient faits

- Questionnement : comment valoriser les boues ?
- Tests d'épandage de boues sur triticales dans le gouvernorat de Béja, rendements exceptionnels en année pluvieuse
- Usage pour fabrication de compost évoqué avec le CRDA, le GDA et les agriculteurs (boues / déchets verts) : accueil favorable
- Pilotes de compostage (fumier ovin, bovin, déchets verts) pour un usage en grandes cultures (Manouba, Sidi Bouzid, Gabès)
- Projet de recherche Pear sur la valorisation des déchets verts en cours avec l'institut de l'olivier

3.1.9 COMMENTAIRE

Ce premier niveau de diagnostic auprès des acteurs institutionnels amène à **une série de constats** qui ont été **confirmés par la suite** lors des ateliers participatifs et des enquêtes agricoles. Les agents des ministères, agences, instituts ou offices sont **lucides** sur la situation, et collectivement motivés pour faire progresser le PI REUT.

3.2 ATELIERS PARTICIPATIFS

3.2.1 HISTORIQUE ET ANALYSE DE LA GOUVERNANCE

L'atelier a eu lieu le 9 septembre 2019 au CRDA de Sousse en présence de 9 participants de différents départements du CRDA ainsi que l'ONAS, la Santé et l'ANPE. L'atelier a été marqué par l'absence du GDA Zaouiet Sousse.

■ Historique

Appliquant l'outil SMAG, la première étape est de faire **ressurgir une vision commune** entre les différents participants de **l'historique du PPI**. Ainsi, les points ressortis sont les suivants :

- En **1987** création du périmètre, mais à part les oliviers aucune activité n'a été introduite. Le PI était alors constitué du périmètre Zaouiet alimenté par un bassin qui lui-même était alimenté par la STEP Sousse Sud.
- A partir de **1990** des habitations ont commencé à se construire autour du bassin à cause notamment de l'apparition d'une zone industrielle proche et le coût bas des terrains.
- Les **années 90** ont été marquées par l'accroissement du secteur de l'élevage et l'apparition d'étables autour du PPI.
- La **fin des années 90**, le PPI a commencé à connaître sa première phase de déclin suite à la remontée de la nappe qui a provoqué des problèmes d'hydromorphie et la perte de 50 ha d'oliviers.
- En **2014**, le réseau de drainage a été installé ce qui a permis de récupérer quelques hectares de terres agricoles.
- L'année **2018** a été marquée par la création de la STEP Sousse Hamdoun qui devrait donner un nouvel élan au PI.

■ Décisions clefs

L'atelier s'est poursuivi par la mise en commun des informations concernant les décisions clefs prises pour construire une compréhension partagée des raisons et impacts de ces décisions. Quatre décisions clefs sont sorties :

- **Installations d'une zone industrielle** raccordée à la STEP décision de l'AFI (agence foncière industrielle).
- Décision **d'arrêt immédiat de l'irrigation** (entre 2013 et 2015) à cause de la présence de vibron cholérique. Cette décision a été conjointement prise par la Santé régionale et le CRDA de Sousse.
- **Prix de l'eau** est passé de 20 mil à 50 millimes/m³ décidé par le GDA en 2018 suite au manque d'eau pour pouvoir continuer à couvrir les frais de fonctionnement du GDA
- Décision gouvernementale de **réhabilitation et extension du PI** en 2018.

■ Gouvernance

Tableau 3 : Gouvernance du périmètre irrigué de Zaouïet Sousse

	Décisions	installation des unités industrielles	Arrêt immédiat de l'irrigation	Augmentation du prix de l'eau	Réhabilitation du PPI
Acteurs	Evènement	Urbanisation	Apparition des vibrons cholériques	Survie du GDA	
	Santé	Ab	AP		
	ANPE	AA	Ab		Ab
	ONAS Central	AA	AA	AA	
	CRDA		AA		AP
	CTV				
	STEG	AA		AA	
	GDA		AA	AP	AA
	Agriculteur		AA	AP	

STEP		AA		
AFA	AA			AA
Délégué	AP		AA	
SMSA				
Office de l'élevage				

Avec :

- AP : Acteurs Pilotes/principaux
- AA : Acteurs Actifs
- Ab : Acteurs dont l'implication est importante mais qui n'ont pas participé à la prise de décision

3.2.2 ARBRE A PROBLEMES AVEC LES AGRICULTEURS ET L'ADMINISTRATION

Le premier atelier s'est produit le 10 septembre et a réuni 23 participants. Les participants présents sont les agriculteurs en présence des représentants des différentes administrations opérant sur le PI.

Cet atelier a donné suite à un arbre à problèmes (figure ci-dessous).



Figure 5 : Arbre à problème réalisé par les agriculteurs et les institutions

Ces données seront utilisées ultérieurement pendant les ateliers de mise en commun afin d'établir les objectifs et les actions spécifiques à mettre en place.

3.2.3 ARBRE A PROBLEMES AVEC LES AGRICULTEURS

L'atelier a eu lieu le 11 septembre à la délégation de Zaouiet Sousse en présence de 8 agriculteurs. L'arbre à problème issu de cet atelier est illustré dans la figure ci-dessous :



Figure 6 : Arbre à problèmes issu de l'atelier institutionnel à Sousse

3.2.4 MISE EN COMMUN

Lors de cette étape les deux groupes distincts mis en place lors du diagnostic participatif se sont réunis le 23/10/2019 à l'hôtel Sousse Palace. 60 participants étaient présents.



Figure 7 : Photo de l'atelier participatif mené à Zaouïet Sousse

Les objectifs de cette étape de mise en commun étaient de :

- Faciliter la rencontre de l'ensemble des personnes impliquées dans le projet
- Mettre en débat les différents points de vue et perspectives
- Prendre conscience des points de divergences et surtout de convergences
- Construire une vision commune

La discussion et la mise en commun des problèmes entre les différents acteurs ont été menées sous forme de tables rondes. Cinq groupes ont été constitués pour débattre et valider une liste de problèmes sous les 5 thématiques principales. Le bureau d'étude a été attentif à la répartition des participants dans les différents groupes afin d'assurer la diversité des profils à chaque table.

Les travaux de groupe ont été suivis par une restitution plénière. Le débat de la session plénière a permis de démystifier l'origine de chaque problématique et a abouti à la validation des problèmes et objectifs présentés initialement.

Pour chaque démarches/actions, les groupes ont identifié les structures responsables, les moyens nécessaires ainsi que les bénéficiaires. Ils ont également tenté d'évaluer le coût, la faisabilité et l'impact potentiel des actions avec un système de notation allant de 0 à 5.

Sur la base des travaux de ces ateliers de diagnostic, voici la synthèse des arbres à problèmes réalisés séparément par les agriculteurs et l'administration. Ce schéma synthétisé a été élaboré avec trois couleurs distinctes :

Vert : problèmes communs

Bleu : problèmes identifiés par les représentants de l'administration

Orange : problèmes identifiés par les agriculteurs

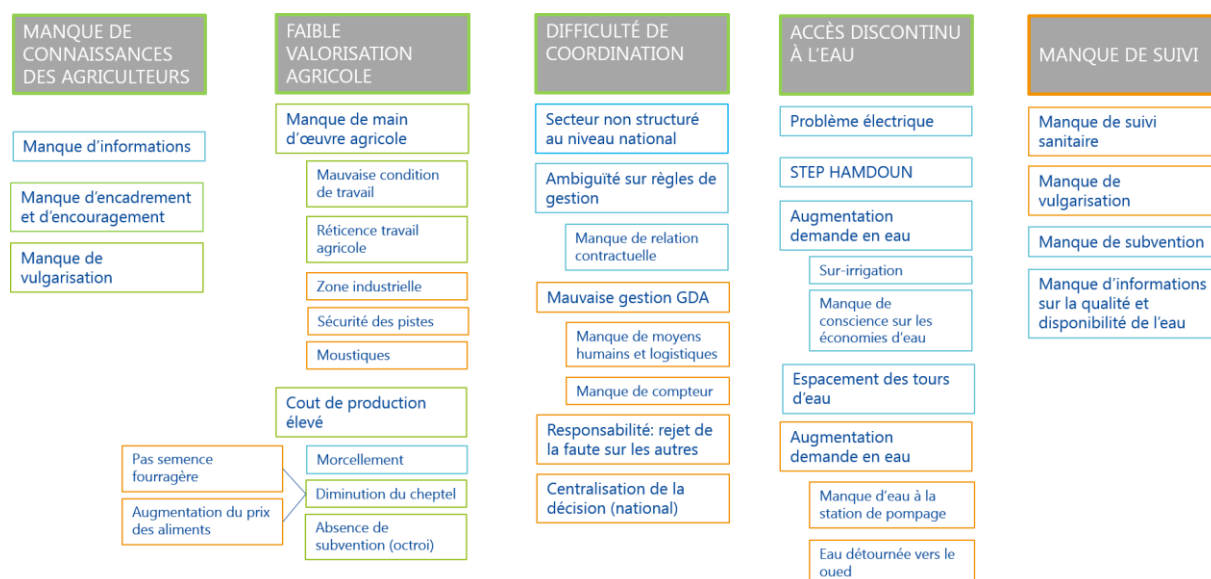


Figure 8 : Arbre à problèmes définitif construit pour le PPI de Zaouïet Sousse

Les groupes ont poursuivi leurs discussions autour d'actions à mener pour atteindre les objectifs déterminés précédemment. Pour chaque démarches/actions, les groupes ont identifié les structures responsables, les moyens nécessaires ainsi que les bénéficiaires. Ils ont également tenté d'évaluer le coût, la faisabilité et l'impact potentiel des actions avec un système de notation allant de 0 à 5.

3.2.5 EVALUATION FINALE DE L'ATELIER

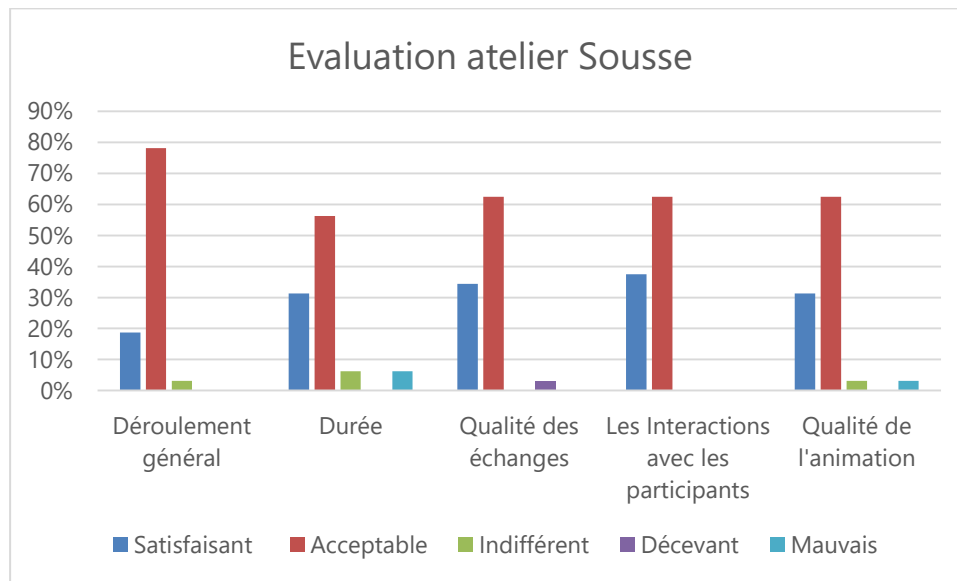


Figure 9 : Evaluation finale de l'atelier participatif de Sousse

3.3 ENQUETES AGRICOLES

Les enquêtes agricoles ont permis d'obtenir les données nécessaires à la compréhension des attentes et de la réalité des usagers du PI, les agriculteurs irrigants.

Les questions ont porté sur :

- Le profil de l'exploitant (formation, type de main d'œuvre,...)
- La vision générale de la REUT et des boues d'épuration
- Le fonctionnement du PI
- Les pratiques d'ordre sanitaire
- Les productions animales et végétales
- L'organisation des filières d'approvisionnement et de commercialisation

3.3.1 PROFIL DES USAGERS, CONNAISSANCE DU SUJET

L'enquête de proximité réalisée auprès des 76 agriculteurs du PI de Zaouïet Sousse décrit d'une façon assez fidèle les caractéristiques des personnes en contact direct avec les EUT, leur perception du risque et l'état des connaissances en matière de gestion sanitaire de ces eaux.

Ainsi, les résultats rapportés sur le graphique suivant rapportent ce qui suit :

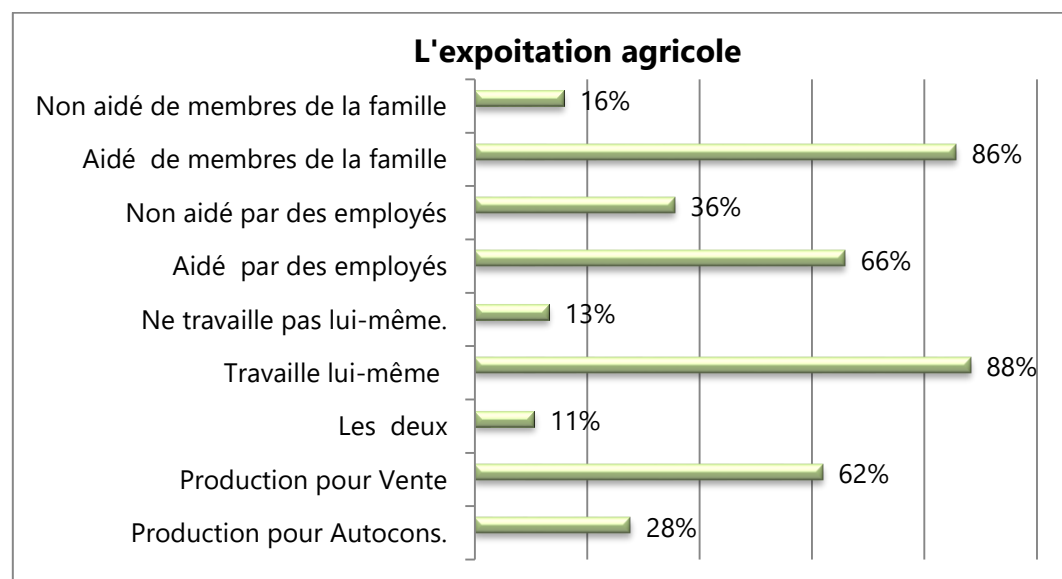
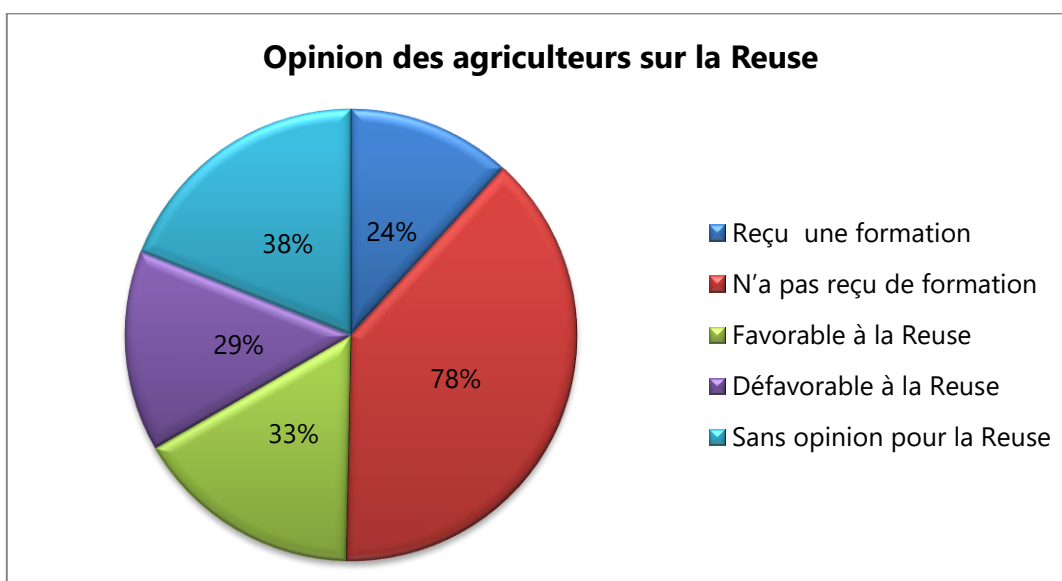
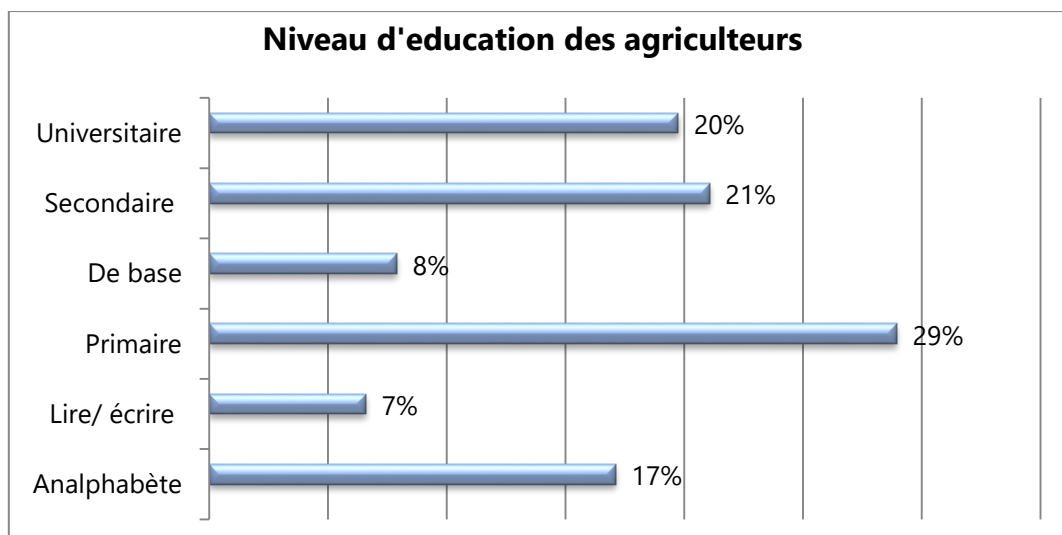


Figure 10 : L'échantillon interrogé lors de l'enquête agricole (niveau formation, type de main d'œuvre...)

- 41 % de ces agriculteurs ont un niveau d'éducation (secondaire et universitaire) qui leur permet de bien gérer les risques
- 78% n'ont reçu aucune formation ou sensibilisation sur la Reuse.
- L'opinion globale liée à la Reuse est neutre, ce qui traduit une perception passive des risques.
- 86% des agriculteurs sont aidés par les membres de la famille sans considération de l'âge ce qui est un facteur de risque très important pour cette pratique (contact direct avec les végétations et les sols irrigués avec les EUT).

L'exposition de la population agricole du PI (y compris les familles) est importante, et l'information sur la REUT est globalement limitée.

3.3.2 PRISE EN COMPTE DU RISQUE SANITAIRE

3.3.2.1 L'UTILISATION DES MOYENS DE PROTECTION INDIVIDUELLE

Corolaire de la perception des risques, la pratique, le respect des règles de protection et d'hygiène individuelle est défaillant à plusieurs niveaux :

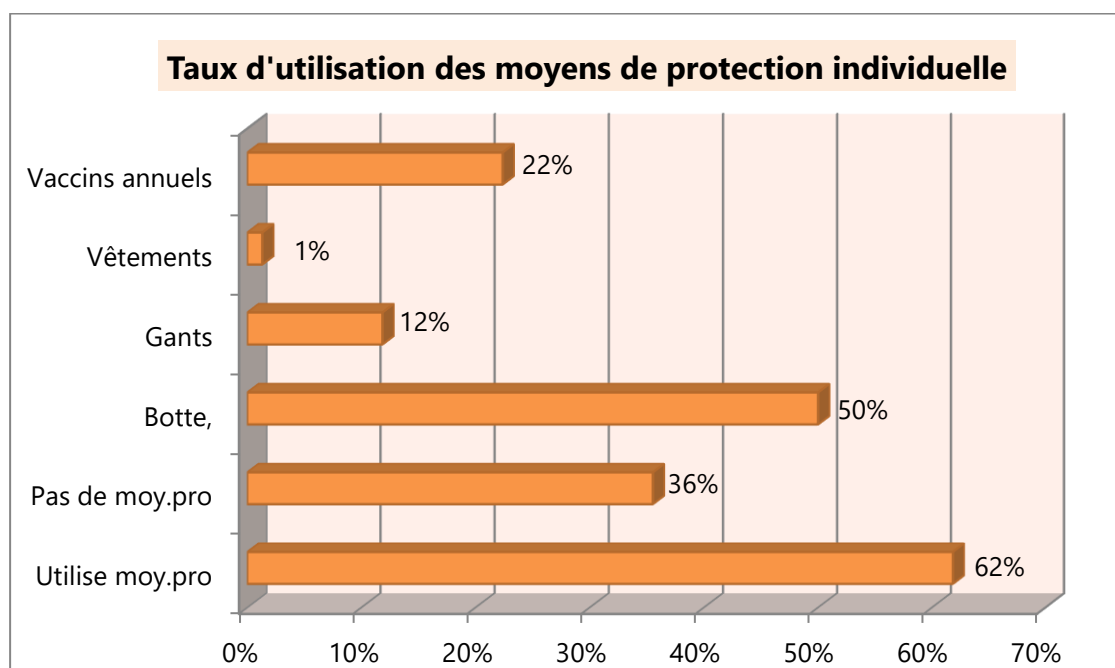


Figure 11 : Protection sanitaire individuelle selon l'enquête

Les mesures de prévention ne semblent pas être de pratique chez l'ensemble des agriculteurs et le moyen de protection le mieux utilisé est les bottes avec un faible taux de vaccination.

3.3.2.2 LA PERCEPTION DU RISQUE

Ceci est en parfaite concordance avec ce que pense la majorité agriculteurs: les EUT ne posent pas de problèmes pour la santé (76% : graphique ci-dessous), ce bien bien que 87% d'entre eux n'aient bénéficié d'aucune séance d'éducation sanitaire.

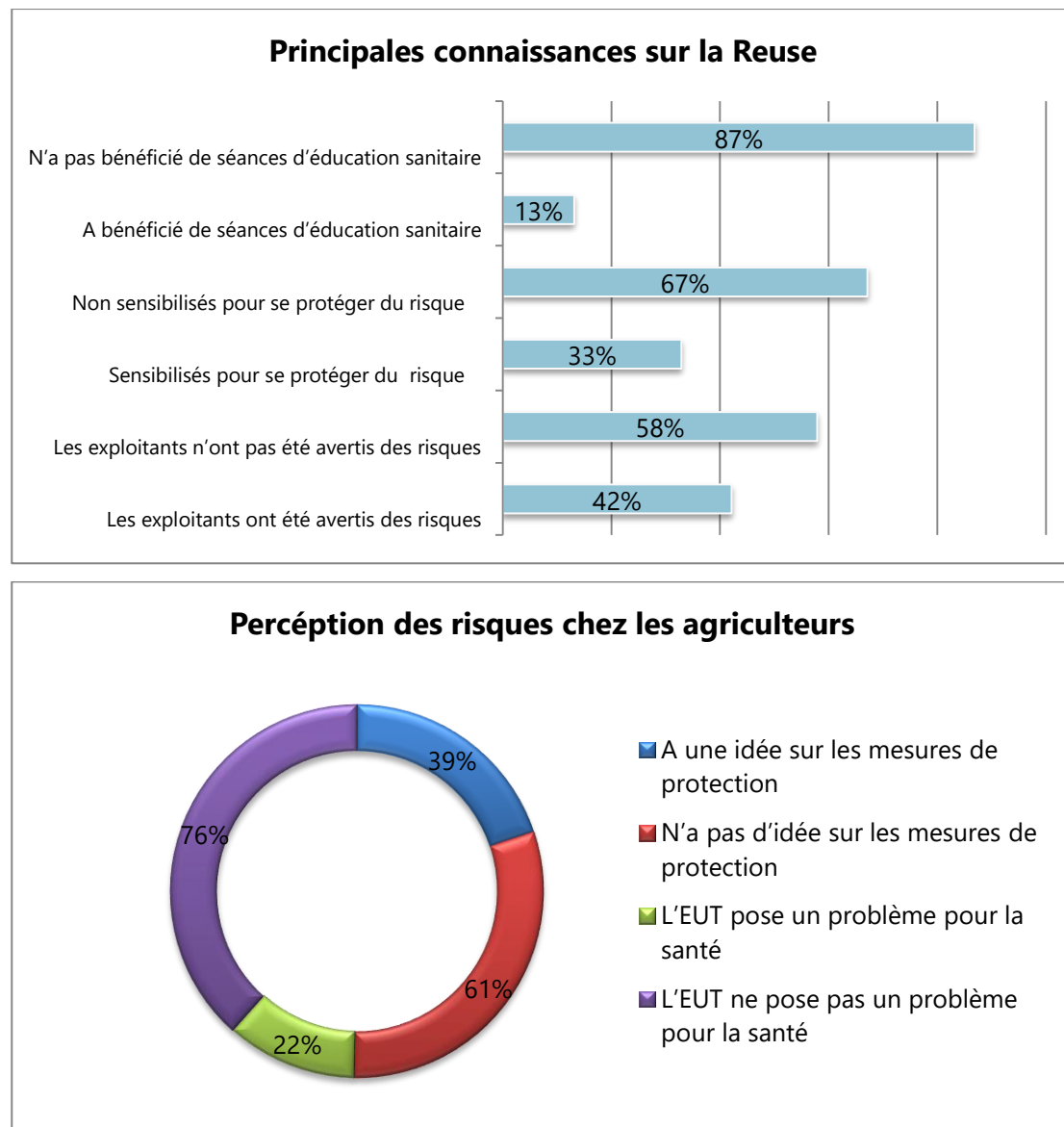


Figure 12 : Connaissances de la REUT par les agriculteurs selon l'enquête

3.3.2.3 LES MALADIES CONSTATEES

D'autre part les enquêtés soulignent la prépondérance des maladies cutanées en première position et pulmonaires en seconde position (**Résultats logique de l'absence de l'hygiène des mains**).

Selon l'OMS⁶, des maladies de peau telles que des dermatites de contact (eczémas) ont été signalées après un contact prolongé avec des eaux usées non traitées. La cause de ces maladies n'a pas encore été déterminée, mais il s'agit probablement d'un mélange d'agents **microbiens et chimiques**. Dans certaines situations, des toxines cyanobactériennes peuvent être aussi en cause.

⁶ Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. 2012

L'enquête rapporte aussi des faibles atteintes du bétail (5%) alimenté par le fourrage en provenance du PI.

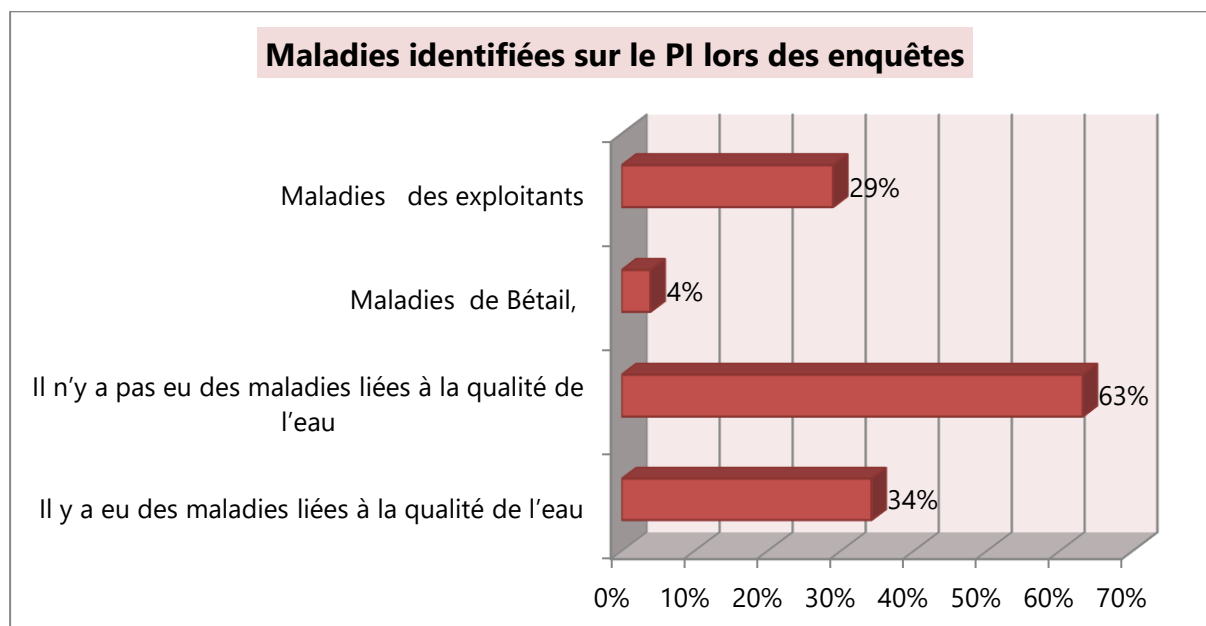


Figure 13 : Maladies identifiées sur le PI lors des enquêtes

Au total : la gestion des risques sanitaires par les utilisateurs des EUT au niveau du PI de Zaouiet Sousse est primitive et témoigne d'une mauvaise estimation des risques qui peuvent surgir à court, moyen et long terme. La prise en charge de ce volet est primordiale et un programme de formation et de sensibilisation devrait être engagé en ce sens.

3.3.3 FONCTIONNEMENT DE L'IRRIGATION

Les enquêtes ont permis d'identifier les problématiques d'exploitation du système d'irrigation et d'usage de l'eau telle qu'elles sont perçues et vécues par les agriculteurs. L'objectif étant d'identifier les contraintes de fonctionnement et d'exploitation du réseau pour approfondir par la suite un diagnostic technique ciblé.

Le premier constat dégagé est que près de 30% des agriculteurs enquêtés sont des non irrigants.

NB : il faut noter que cette enquête qui s'est déroulée en décembre 2019 fait suite à l'une des pires saisons d'irrigation du PI de Zaouiet Sousse, car la SP a fait l'objet pendant l'été 2019 de pannes successives importantes qui ont détérioré la qualité du service de l'eau. L'accès à l'eau par les irrigants a été largement perturbé, ce qui se ressent dans les résultats.

3.3.3.1 QUALITE DU SERVICE DE L'EAU

Pour évaluer la qualité de service de l'eau les agriculteurs ont été interrogés sur la disponibilité de l'eau, la pression au niveau des bornes, la continuité du service de l'eau et les interventions d'entretien et de maintenance.

La disponibilité de l'eau en quantité suffisante (quantité d'eau fournie) a été évaluée insuffisante (mauvaise) par 60% des irrigants enquêtés. La pression, comme la continuité du service de l'eau, ont été jugées moyennes par 62% des irrigants.

Les figurés suivantes montre la perception de la qualité de service en terme de de quantité fournie, pression et continuité du service.

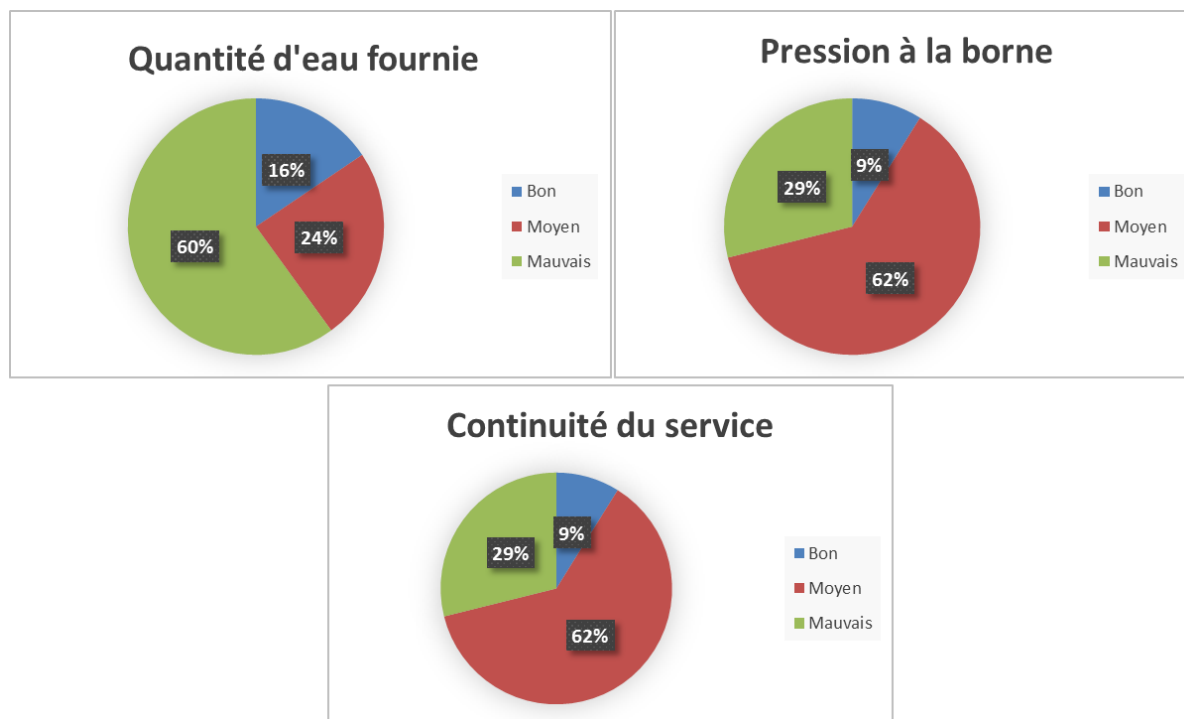


Figure 14 : Perception de la qualité du service de l'eau-1-

L'enquête a montré que 84% des agriculteurs sont informés des actions de réhabilitation du PPI. Toutefois 82% confirment que les actions de réhabilitation n'ont pas amélioré le fonctionnement du réseau. D'ailleurs, d'après 78% des enquêtés irriguants, les pannes au niveau du réseau sont toujours fréquentes.

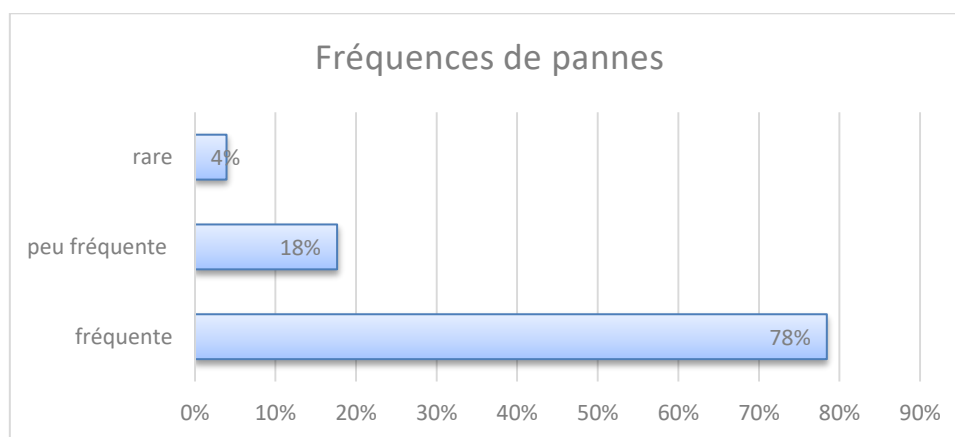


Figure 15 : Perception de la qualité du service de l'eau-2-

Les interventions d'entretien et de maintenance au niveau du réseau d'irrigation et au niveau de la station de pompage sont jugées lentes. Comme le montre les figurés suivantes

- la durée d'intervention pour la réparation du réseau est estimée à 1 mois par 47% des enquêtés contre 1% qui jugent que l'intervention est instantanée
- la durée d'intervention pour la réparation de la station de pompage est estimée à 1 mois par 59% des enquêtés contre 21% qui estiment que la réparation est instantanée.

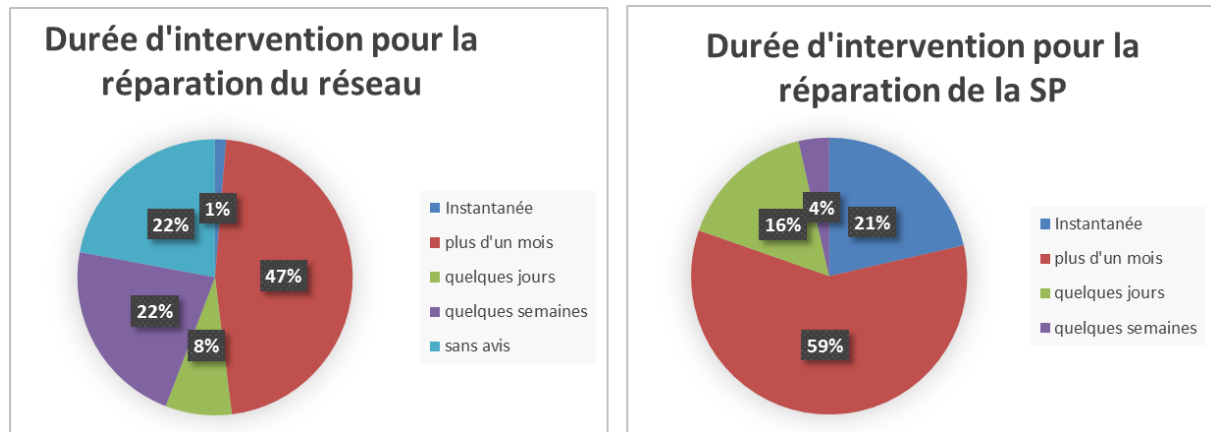


Figure 16 : Perception de la qualité d'entretien et de maintenance

Il est à noter que la majorité des enquêtés ne savent pas qui est la structure responsable des opérations d'entretien et de maintenance au niveau du réseau et celle chargée de la réparation de la station de pompage.

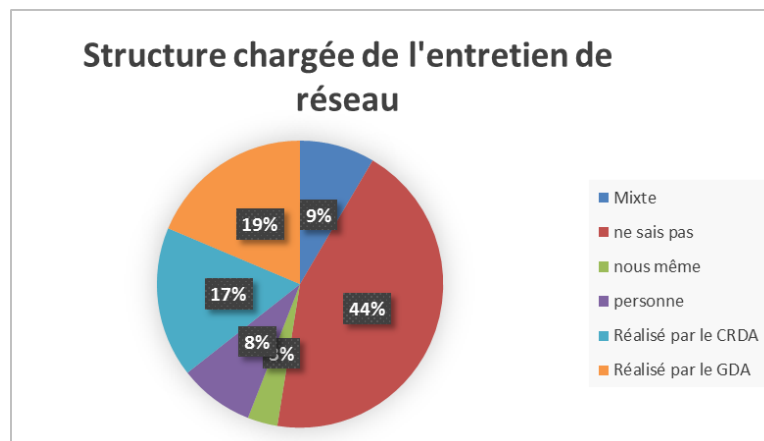


Figure 17 : Connaissance de la structure chargée de l'entretien et de la maintenance

3.3.3.2 DISPONIBILITE DE L'EAU ET PRATIQUES D'IRRIGATION

Au niveau de la parcelle, l'analyse de la disponibilité de l'eau et des pratiques de l'irrigation ont été basés sur :

- la disponibilité de l'eau par rapport à la demande
- la convenance de la durée du tour d'eau par rapport à la demande de l'agriculteur
- ainsi que les fréquences d'irrigation.

La quasi-totalité des irrigants (soit 91%) affirment que la disponibilité de l'eau n'est pas adaptée à la demande ce qui engendre des difficultés d'adaptation de l'irrigation aux besoins

des spéculations pratiquées. Le problème de disponibilité de l'eau est accentué par une durée du tour d'eau et un débit disponible jugés non convenables par 96% des irrigants

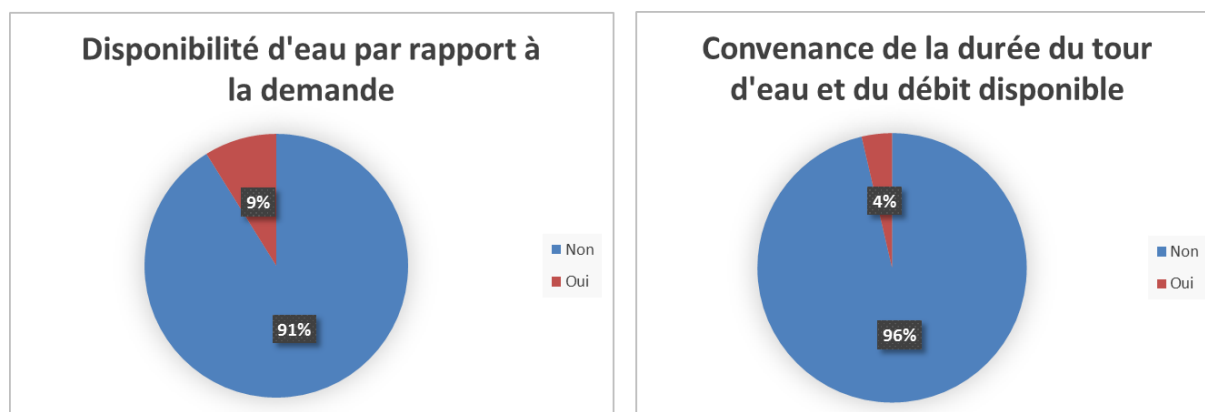


Figure 18 : Adéquation de la demande et du besoin au niveau de la parcelle

La fréquence d'irrigation est de 30 jours pour 36% des irrigants et elle peut même atteindre plus de 2 mois pour 20% des irrigants. Le graphique montre bien que la fréquence d'irrigation est aléatoire et indique l'absence d'un tour d'eau bien organisé

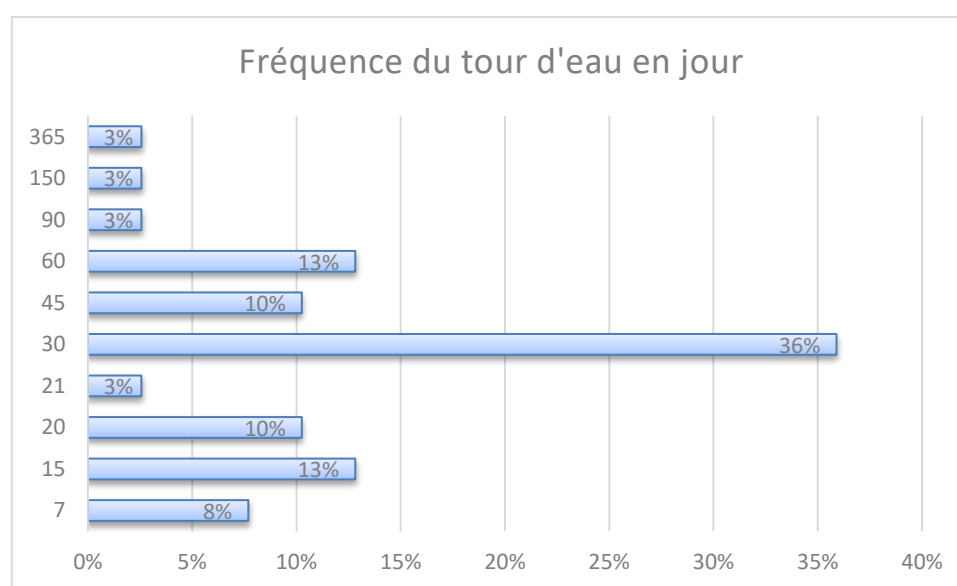


Figure 19 : Fréquence du tour d'eau au niveau des parcelles

3.3.3.3 IMPACT SUR L'EXPLOITATION AGRICOLE

Le dysfonctionnement du réseau et la non-adéquation entre la fourniture de l'eau et les besoins des irrigants ont été identifiés comme problématiques l'exploitation agricole par 84% des irrigants. Les impacts directs de la non-disponibilité de l'eau sont :

- La baisse des rendements pour 35% des irrigants
- La perte des récoltes pour 30% des irrigants

L'impact indirect est la vente du cheptel pour 14% des irrigants et l'abandon de mise en valeur en irrigué pour 22% des irrigants

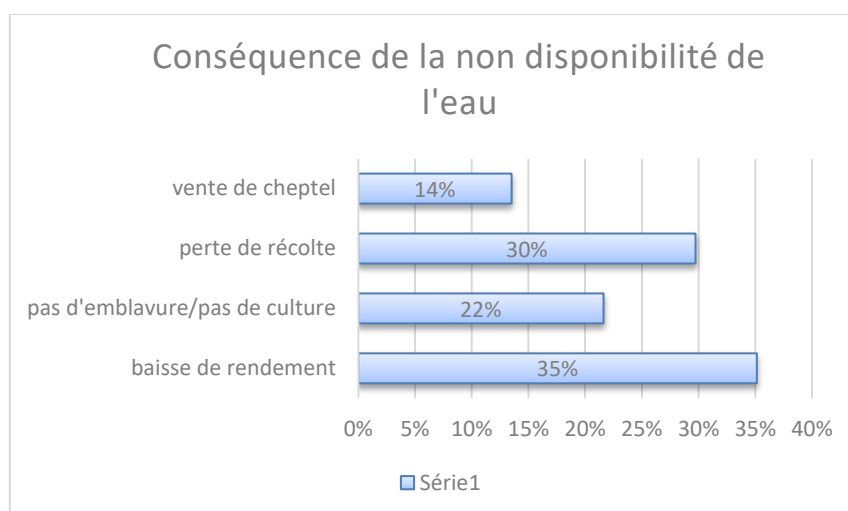


Figure 20 : Impact de la non-disponibilité de l'eau sur les exploitations agricoles

3.3.4 PRATIQUES SANITAIRES

Les produits agricoles issus du périmètre de Zaouiet Sousse sont des fourrages pour le bétail et l'huile d'olive.

Une fois encore les réponses des agriculteurs témoignent de non connaissances des mesures préventives concernant les produits irrigués avec les EUT : 37% ne connaissent pas les délais requis pour la consommation du fourrage par le bétail, 5% pratiquent le pâturage direct et 20% n'ont aucune idée de la question (*pourcentage cumulé d'ignorance 62%*).

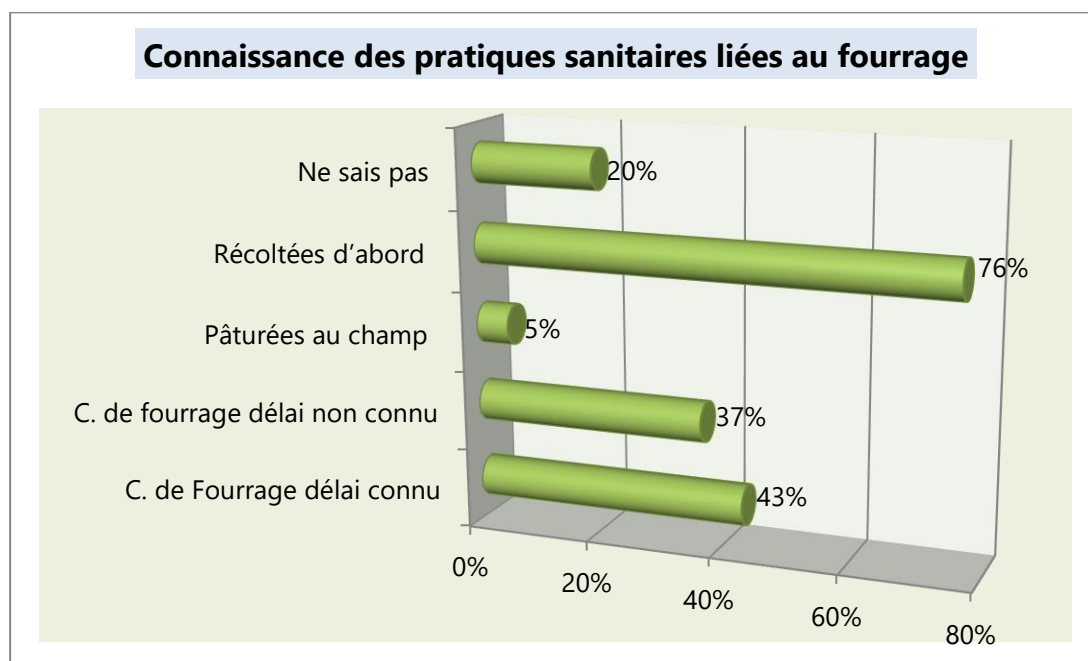


Figure 21 : Pratiques sanitaires liées à la production de fourrage

Les produits agricoles issus du PI de Zaouiet Sousse sont destinés à la commercialisation dans 73% des cas, ce qui suppose que les impacts éventuels d'une contamination des produits de consommation issus du périmètre sont diffusés à hors du périmètre.

Il faut aussi rappeler que toutes études récentes à l'échelle nationale s'accordent sur les risques encourus par la REUT soit par contamination microbiologique, ou bioaccumulation des toxiques dans les tissus des végétaux et des produits d'origine animale.

Ces données appellent à une prise en charge sérieuse de la surveillance et du contrôle de ces produits (ETM et des germes pathogènes) par les services de la Direction régionale de la santé.

Cette surveillance n'est actuellement pas effectuée malgré les exigences réglementaires en ce sens (décret n° 93 – 2447 du 13 décembre 1993).

3.3.5 FILIERES AGRICOLES

Les enquêtes agricoles ont permis d'obtenir les données nécessaires au **calcul de la valeur ajoutée brute des parcelles** se trouvant au sein du périmètre irrigué afin d'obtenir **une première appréciation de la situation financière des agriculteurs**.

Idéalement, pour aller plus loin, il aurait fallu pouvoir mener des enquêtes sur l'ensemble des parcelles des exploitants, ce qui n'a pas été possible ; aussi les calculs technico-économiques ne vont pas jusqu'au calcul de la valeur ajoutée nette puis du revenu des agriculteurs. Cependant, pour les besoins de notre analyse, cette première approche permet déjà d'identifier les principales contraintes des exploitations.

3.4 CONCERTATION SUR LES OPTIONS ET CIBLAGE DES VARIANTES

La concertation avec les services techniques du CRDA au niveau régional et au niveau local a accompagné tout le processus de diagnostic.

Après l'analyse des données collectées et le diagnostic technique, des options et des **variantes de traitement de l'eau, de schéma hydraulique et de productions agricoles** ont été définies par les experts. Ces options ont été également construites en se basant sur les outputs des ateliers de diagnostic participatif et des enquêtes de terrain.

Au cours de la mission du mois de février 2020 (**17 -21 février 2020**) les chefs de projets de l'IME appuyés par le sociologue ont exposé et discuté le schéma global des options lors d'une réunion tenue avec l'ensemble des parties prenantes au CRDA de Sousse le 19 février et une restitution au niveau central à la DGGREE à Tunis le 21 février.

Les principaux résultats dégagés de cette concertation ont permis une première validation des principales actions du plan proposé (variantes d'aménagement de la ligne de production, la validation de l'option de réhabilitation du réseau d'irrigation, le choix des cultures à envisager...).

4 RESULTATS DU DIAGNOSTIC TECHNIQUE

Ce chapitre présente le diagnostic établi par les experts français et tunisiens de l'IME, sur la base entre autres du diagnostic participatif présenté préalablement, et esquisse certaines propositions d'action.

Les thématiques abordées concernent les principaux problèmes rencontrés, et sont les suivantes :

- Les **questions institutionnelles et sociales**
NB : à noter que ce point fait aussi l'objet d'un rapport spécifique
- La **problématique foncière**
- Le **système épuratoire** et le **traitement de l'eau** par l'ONAS
- Le **réseau hydraulique** d'irrigation
- Les **filières agricoles** d'approvisionnement et de commercialisation
- La gestion du **risque sanitaire**

4.1 VOLET INSTITUTIONNEL ET LE JEU D'ACTEURS

4.1.1 INTRODUCTION

Le périmètre irrigué de **Zaouiet Sousse** existe depuis **plus de trente ans**. C'est une longue expérience d'exploitation des EUT à des fins agricoles en Tunisie. Toutefois, les récentes difficultés liées au service de l'eau ont révélé des dysfonctionnements institutionnels et organisationnels plus importants.

Il y a des **objectifs clairs de promotion de la REUT sur le gouvernorat** avec notamment une ambition de passer de 400 ha à 1 000 ha. Ces objectifs sont portés par un collectif institutionnel impliqué qui fonctionne formellement avec un comité régional REUT depuis 2018 et informellement avec des visites communes sur le terrain. Les projets de modernisation, réhabilitation et extension sont autant de preuves de la volonté de soutenir la REUT dans le gouvernorat. Toutefois, les entretiens, ateliers et enquêtes menés pour ce pilote ont laissé entrevoir des déficits organisationnels importants et un manque de confiance entre les parties prenantes.

Avant de préciser les déficits identifiés, il est important de souligner que **les difficultés actuelles sont perçues par l'ensemble des acteurs**. Nos différentes démarches de collecte d'informations ont révélé un grand nombre de difficultés similaires. Cela signifie que les enjeux sont identifiés de tous et que les acteurs partagent, dans les grandes lignes, une vision commune de la situation du périmètre. Il est intéressant de noter que le diagnostic et les propositions issues des ateliers participatifs sont soutenus à plus de 80% par les participants.

Dans un contexte de **changement climatique**, les eaux usées traitées sont perçues comme vitales pour la pérennité du périmètre. Les volontés de dialogue affichées (lors des ateliers) et émises (dans les évaluations) permettent d'envisager un dialogue constructif pour la suite de l'exploitation du PPI de ZS.

4.1.2 LA RESPONSABILISATION DES PARTIES PRENANTES

La réglementation tunisienne sur la réutilisation des eaux usées traitées est claire sur le rôle et les responsabilités de chacun. La mise en œuvre sur le terrain est cependant sujette à discussion à cause d'un **manque de contractualisation entre tous les intervenants de la filière**. Sur le périmètre de ZS nous avons constaté l'absence de :

- Convention entre l'ONAS et le CRDA,
- Contrat de gérance entre le CRDA et le GDA
- Convention avec le médecin du travail pour un suivi sanitaire et la vaccination des agriculteurs
- Contrat entre le GDA et les SMSA ou autres revendeurs des produits du PI

Le **GDA** dispose de contrats pour l'ensemble des usagers (fiches) à l'exception de 4 ou 5 fiches sans contrat pour des locataires sans terre. En revanche, il n'a défini ni règlement intérieur, ni cahier des charges d'utilisation des EUT pour ses adhérents.

Une **convention** a été signée en 2018 entre le **CRDA, l'Office national de l'huile et l'Institut de l'olivier** pour le suivi de la qualité des sols, des bonnes pratiques et de la qualité des produits finis. Ils recherchent actuellement des financements pour que le laboratoire de l'IO puisse effectivement prendre en charge les analyses du CRDA.

Ce travail de conventionnement nous semble essentiel pour renforcer la responsabilité des différentes parties. Il n'est pas normal aujourd'hui que les agriculteurs portent seuls le manque à gagner dû à la détérioration du service de l'eau (qualité et quantité).

Il n'existe pas aujourd'hui de **procédures d'arbitrage** formalisées entre les différentes parties. Dans les faits, le délégué est sollicité pour gérer les conflits entre acteurs. C'est par exemple suite à son intervention qu'une pompe de secours a été installée sur le périmètre.

Enfin, Il nous semblerait également pertinent d'établir une **charte multi-acteurs**, sous l'égide du délégué, pour préciser les modalités de gestion du périmètre : responsabilités, fonctionnement, vision, principes, etc.

4.1.3 L'ORGANISATION DU CONTROLE

Les services de l'état (CRDA, ONAS, Santé) réalisent un **programme annuel de suivi et de contrôle** de la qualité des eaux usées traitées (contrôle bactériologique et physicochimique) sur le périmètre. Chaque service a ses propres fréquences de contrôle.

Malgré cela l'absence de suivi et contrôle est un point soulevé dans nos entretiens et lors des ateliers. Ce point est également indiqué dans les PV du comité régional REUT. Le coût des

analyses dans les laboratoires privés, les difficultés de transport et le manque de budget sont les principales raisons qui ont été mentionnées.

Les agriculteurs et le GDA indiquent qu'il n'y a **plus de contrôles sanitaires des pratiques aujourd'hui**. Seuls 9% des agriculteurs interrogés (76) ont reçu la visite des services de santé. Des pratiques non réglementaires se développent sur le périmètre. Des tomates et pois chiche ont déjà été observés sur des parcelles irriguées. Du bétail parcourt aussi occasionnellement le périmètre pour brouter. Certaines pratiques irrégulières sont signalées au CRDA par l'OMDA⁷.

4.1.4 LA MISE EN OEUVRE DU DIALOGUE

Le **déficit de dialogue** est à rapprocher de l'enjeu précédent de contrôle et de suivi. Il n'y a pas de mécanismes formalisés pour partager les informations de manière régulière et systématique. La transmission des résultats des contrôles est aléatoire entre les institutions. Ces résultats ne sont pas communiqués au GDA ou aux agriculteurs.

En 2013, lors de l'évènement de **vibron cholérique** sur le périmètre, l'eau a été coupée 15j. Le GDA était dans ce cas d'extrême gravité au courant de la situation. Cette **coupure** a toutefois été justifiée par une panne auprès des agriculteurs pour **éviter de les inquiéter**. Pour cette alerte, une note a été envoyée à la Santé, l'ANPE, le gouvernorat et la DGGREE. La décision de couper l'eau et nettoyer le bassin revient aux services de santé. Toutefois, il n'y a pas de procédure claire au sein du périmètre pour indiquer les dysfonctionnements à l'ensemble des parties prenantes. Une procédure d'urgence doit être développée. Qui prévenir ? Par quels moyens ? Quelles mesures appliquées ?

Ces parties prenantes se rencontrent et collaborent au sein d'une **Commission régionale de suivi de l'utilisation des eaux traitées** depuis 2018. La tenue de ces réunions est une obligation réglementaire. Elles ne sont pas organisées de façon périodique pour faire un état des lieux réguliers sur la situation du périmètre et faciliter le partage des informations.

L'enquête auprès des agriculteurs a été riche en enseignement pour qualifier les **relations entre les GDA et les agriculteurs**.

- La majorité des agriculteurs enquêtés (86%) sont adhérents au GDA. 69% des adhérents déclarés ont payé une cotisation en 2019.
- 44% des agriculteurs déclarent avoir une bonne relation avec le GDA.
- 21% la qualifient de moyenne ou normale, c'est-à-dire qu'ils se contentent de payer leur eau.
- 21% la qualifient de mauvaise en reprochant au GDA son favoritisme vis-à-vis de certains agriculteurs. Pour certains le GDA n'est pas très représentatif. Il serait plus sensible à protéger ses intérêts personnels que les intérêts collectifs du PPI.
- Son efficacité et sa valeur ajoutée est jugée mauvaise par 70% des agriculteurs interrogés.

⁷ Rappel : l'omda ou imada, plus petite division administrative de Tunisie, correspond à un quartier ou un hameau

- Les **procédures organisationnelles du GDA** ne semblent pas très claires. Les agriculteurs ne sont pas d'accord sur le fait que le conseil d'administration soit élu ou non. Les dates évoquées pour la tenue de cette possible élection sont aussi très variables. Seuls 29% déclarent avoir participé aux élections.

Le GDA est malgré tout **l'espace où les agriculteurs discutent des problèmes rencontrés** sur le périmètre. Ils ont très peu d'échanges avec d'autres institutions.

- 13% ont reçu des visites du CRDA,
- 11% du CTV
- et 9% des services de santé
- Le délégué semble également être mobilisé en cas de problèmes importants.

Enfin, le **tarif « pompage agricole » de l'électricité** est un problème régulièrement cité par les acteurs du périmètre. Nous ne pouvons pas vraiment considérer cela comme un problème organisationnel. L'implication de la STEG dans les réflexions du futur du périmètre permettrait cependant d'envisager des solutions pour éviter des horaires de coupure d'eau.

4.1.5 LE PARTAGE DES CONNAISSANCES

Sur le périmètre, **les bonnes pratiques de gestion des risques ne sont pas respectées** par les exploitants. Il est nécessaire de changer le comportement des exploitants qui gèrent les EUT comme l'eau conventionnelle. Des **journées de sensibilisation** animée par les services techniques du CRDA sont organisées. Des **fiches sanitaires** sont disponibles au dispensaire. Ces efforts déployés ne semblent pas suffisant pour insuffler le changement nécessaire.

Une sensibilisation sanitaire est réalisée auprès des éleveurs par la **vétérinaire** mais elle juge difficile de se faire entendre. Les éleveurs ne se soucient pas du bien-être de leurs vaches. Ils les vaccinent uniquement pour avoir accès au fourrage subventionné avec le bon de vaccination.

Au-delà des aspects sanitaires, nous avons pu constater une **méconnaissance du fonctionnement du périmètre** en lui-même. Les agriculteurs doivent mieux comprendre le rôle des différents partenaires, les types de suivi et leurs résultats, les aspects de tarification et la structure du coût de l'eau. A titre d'exemple, 45% des agriculteurs enquêtés ne savent pas qui réalise l'entretien du réseau.

Enfin, **plusieurs projets de recherche** ont été menés sur le périmètre. Des articles scientifiques ont été publiés mais nous regrettons l'absence de communication vulgarisée des résultats de ces recherches pour les partenaires du PPI.

4.1.6 LE RENFORCEMENT DES CAPACITES

La détérioration de la qualité du service sur le périmètre est une responsabilité collective des partenaires. Dans les entretiens, nous avons observé **une tendance récurrente à reporter la responsabilité des dysfonctionnements sur les autres partenaires**. Les problèmes touchent

selon nous l'ensemble de la chaîne de la production à la distribution à la parcelle, et le renforcement de capacités est indispensable sur de nombreux plans.

Agronomique Dans les parcelles, **les agriculteurs ne respectent pas les techniques d'irrigation recommandées** (doses d'irrigation et fréquences d'arrosage trop importantes....). Des actions ponctuelles de sensibilisation et de formation ont été menées mais il y a un manque criant d'encadrement technique sur le périmètre. Il n'existe pas de plan de formation annuelle.

Moins d'un quart (23%) des agriculteurs interrogés déclarent avoir reçu une formation ou une initiation. Les thèmes abordés par ces actions concernent principalement la spécificité sanitaire de la manipulation des eaux usées traitées.

Financier Les **structures en charge de l'appui technique** des agriculteurs, GDA et CTV, n'ont **plus les capacités financières** pour assurer cette mission d'encadrement. Les difficultés d'approvisionnement en eau ont eu des répercussions sur les recettes du GDA. Il a dû se séparer de son personnel technique. De son côté, le CTV n'a plus les capacités logistiques pour garantir un point de liaison entre agriculteurs et vulgarisateur.

Exploitation Le **morcellement** fut régulièrement cité comme une entrave à une meilleure exploitation du PPI lors de nos réunions institutionnelles. Bien que mentionné dans les possibilités d'entraves au développement de l'exploitation, la situation foncière et le morcellement de la terre n'a été pointé comme enjeu par aucun agriculteur rencontré lors de l'enquête.

Pédologique Le **suivi de l'impact des EUT sur le sol** est un autre sujet récurrent d'incertitude. Plusieurs études scientifiques ont exploré ces questions en Tunisie (Cherif et Al, 2018 ; Dridi, 2016 ; Belaid, 2010). Ses données ne sont pas communiquées et intégrées à la gestion des périmètres. Un suivi pédologique devrait être mis en place plus systématiquement en s'appuyant sur les capacités des centres de recherche locaux.

Moyens humains Les agriculteurs ont de plus en plus de difficultés à trouver de la **main d'œuvre** pour leur exploitation. Les risques sécuritaires sur le PI éloignent les femmes et les jeunes du travail au champ. Le recours à la main d'œuvre extérieure pour la cueillette est nécessaire. Ces ouvriers agricoles viennent de région éloignée car dans la zone, le développement industriel de la zone absorbe aussi une partie de la main d'œuvre.

Règlementaire La **diversification des cultures** est souhaitée par les institutions et une partie des agriculteurs. Cependant, ils estiment que la liste des cultures autorisées est trop restrictive. Les agriculteurs souhaiteraient s'engager dans des cultures à plus haute valeur ajoutée.

La loi ne permet effectivement pas de produire pour l'instant des graminées ou légumineuses pour le bétail mais il y a toutefois un espace de choix possible plus large que le fourrage et l'olivier sur lequel pourraient déjà s'engager les agriculteurs actuels.

4.1.7 L'IMAGE ET LA PERCEPTION DE LA REUT

Les agriculteurs ont **une mauvaise perception des eaux usées traitées**. Le périmètre n'a pas été créé à la demande des agriculteurs. Ils ont le sentiment qu'il leur a été imposé, qu'ils font une faveur au gouvernement en irriguant leurs parcelles.

Nous avons demandé dans l'enquête les **caractéristiques** qui décriraient selon eux la REUT par rapport aux eaux conventionnelles :

- 82% des caractéristiques ont des connotations négatives (odeur, saleté, couleur, mousse, polluée),
- 10% sont neutres (normal, ne sait pas),
- et 8 % positive (bonne, fertilisante).

Seuls **33% sont favorables** à l'utilisation des eaux usées traitées. 29% sont défavorables et 38% sans opinion.

Ils soulignent qu'ils n'ont **pas vraiment le choix** car c'est la seule eau disponible. Certains souhaiteraient avoir accès à l'eau du barrage de Nabhana tandis que d'autres ne souhaitent pas utiliser l'eau.

Les résultats révèlent également **quelques paradoxes**. Des agriculteurs considèrent que les EUT améliorent le rendement des oliviers quand d'autres soulignent une baisse. C'est une eau dédiée au fourrage mais les oliviers en profitent aussi d'autant plus qu'ils sont maintenant habitués.

Ils s'accordent en revanche sur les enjeux pour le développement de l'exploitation du PI :

- améliorer la qualité (23%)
- améliorer la disponibilité (en volume et dans le temps) de l'eau (40%).
- améliorer les contraintes financières (prix de l'eau, inflation des intrants, difficulté d'accès au crédit, absence de subvention) (30%)

L'acceptabilité vis-à-vis des productions agricoles issues du périmètre est en question. Certains agriculteurs ne veulent pas consommer leur lait et huile d'olive. Ils les vendent pour en acheter d'autres. On nous a indiqué à plusieurs reprises le refus des consommateurs d'acheter les fruits issus du PI REUT de Ouardanine. Toutefois, il n'y a, à notre connaissance, aucune enquête sociologique qui a été réalisée auprès de la population pour évaluer l'acceptabilité sociale de la REUT au niveau du consommateur.

4.2 LA PROBLEMATIQUE FONCIERE

L'agence de la vulgarisation et de la formation agricoles (AVFA) a publié en 2017, avec l'appui de la GIZ, un référentiel du développement agricole durable en Tunisie (<http://www.avfa.agrinet.tn>), organisé en deux parties :

- La première décrit les **principaux concepts et définitions du développement agricole durable** à l'échelle nationale et internationale, à partir de la bibliographie et d'entretiens réalisés avec les principaux acteurs du développement agricole.
- La deuxième est composée d'une **vingtaine de fiches thématiques**, qui mettent en exergue les bonnes pratiques agricoles, leurs degrés d'influence et d'impact sur l'agriculture durable, à travers des cas de réussite cités en références.

L'une des fiches concerne le **foncier agricole**.

En Tunisie, le foncier agricole se caractérise par un **morcellement** très élevé des exploitations agricoles qui entrave partiellement le développement de la **mécanisation** de certains travaux agricoles. Un morcellement important restreint aussi très souvent la mise en œuvre des bonnes pratiques en matière de **conservation des eaux et des sols** tels que le labour selon les courbes de niveau ou la mise en place de banquettes ou de cordons pierreux.

La fiche sur le foncier agricole se cale sur deux dispositifs mis en œuvre en France dans les années 1960, lors des grandes lois de modernisation de l'agriculture :

- La Mise en place d'un organisme spécialisé pour prévenir le morcellement, les **Sociétés d'aménagement foncier et rural (SAFER)**. Les SAFER sont des sociétés anonymes, placées sous le contrôle de l'État, dont les principaux actionnaires sont les organisations professionnelles agricoles et les collectivités territoriales, mais qui ne poursuivent pas de but lucratif. Lors de la vente d'une exploitation agricole ou de terres à vocation agricole, une SAFER peut exercer son droit de préemption et acheter les biens mis en vente.
Les biens acquis sont généralement rétrocédés à des agriculteurs afin de permettre l'installation de jeunes agriculteurs ou d'étoffer des exploitations existantes pour améliorer leur viabilité économique.
Les SAFER organisent également le remembrement, initiative de regroupement à l'échelle d'un petit territoire agricole.
- Le **Groupe Foncier Agricole (GFA)** familial est une société civile dont l'objet est d'acquérir un ensemble de terres agricoles pour les donner à bail à un agriculteur, généralement un des héritiers, qui les exploitera. Les autres héritiers reçoivent la fraction du patrimoine qui leur revient sous forme de parts sociales.
Le GFA évite l'éclatement des exploitations agricoles ainsi qu'un endettement excessif de l'héritier repreneur pour payer les soultes aux cohéritiers.

Dans le cadre d'une démarche pilote, ces dispositifs, sur lesquels l'Agence foncière agricole (AFA) tunisienne travaille déjà, devraient être encouragés sur PI de Mahdia Dkhila.

4.3 SYSTEME EPURATOIRE DE SOUSSE

Les éléments de caractérisation des différentes stations d'épuration et des flux à l'intérieur du système épuratoire du Grand Sousse sont issus des études préalables à l'implantation de la STEP de Sousse Hamdoun⁸⁹.

4.3.1 RAPPEL REGLEMENTAIRE

Divers textes encadrent le domaine d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.

On peut citer les lois, décrets, arrêtés et normes suivants :

- Loi N°75-16 du 31 mars 1975, portant promulgation du Code des Eaux
- Norme NT 106.02 (1989) : Protection de l'environnement rejets d'effluents dans le milieu hydrique
- Arrêté du 26 mars 2018 modifiant les valeurs de rejets au milieu hydrique de la norme NT 106.02
- Décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989, modifié par le décret n° 93-2447 du 13 décembre 1993, fixant les conditions d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.
- Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 21 Juin 1994, fixant la liste des cultures qui peuvent être irriguées par les eaux usées traitées.
- Arrêté des Ministres de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire et de la Santé publique du 28 septembre 1995, approuvant le cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières de l'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.
- Norme Tunisienne NT 106.03 (1989) : Utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles - spécifications physico-chimiques et biologiques.
- Cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles.

Situé sur le littoral nord du Sahel tunisien, le gouvernorat de Sousse s'étend sur une côte méditerranéenne de 75 Km. Il est limité par les gouvernorats de Nabeul au nord, de Zaghouan et de Kairouan à l'ouest et de Mahdia au sud.

La population de la municipalité de Sousse atteignait 221 530 habitants en 2014 pour une densité de près de 5 000 habitants/km² alors que son agglomération (Grand Sousse) avoisinait les 400 000 habitants en 2004, 690 000 en 2015, puis 710 000 habitants en 2017, ce qui la place en quatrième position des agglomérations du pays.

⁸ Etude d'exécution de la nouvelle station d'épuration de Sousse – Hamdoun, et réhabilitation / extension de la station d'épuration existante de Sousse Sud – Rapport APD, The GKW group et Inter Eico (2006)

⁹ Projet d'assainissement du Grand Sousse, pôle épuratoire Sousse Sud Sousse Hamdoun : actualisation des études des systèmes de transfert des eaux usées brutes et épurées – AVP, I2E (2017)

4.3.2 SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE SUD

Pour l'instant, seule une partie des eaux traitées fait l'objet d'une réutilisation sur le périmètre.

Le schéma de fonctionnement de la station est représenté sur la figure suivante.

Il est à noter qu'une seule file est opérationnelle et que les lits bactériens (technologie type cloisonyle) ne sont plus en fonction. Il en est de même pour les systèmes de stabilisations des boues.

La station est actuellement en cours de modifications majeures et une station de pompage reprend les eaux épurées pour une évacuation en mer.

Seule une partie des eaux brutes est traitée sur la STEP de Sousse sud, l'autre partie étant envoyée (via un seuil déversoir en entrée du système) vers Sousse Hamdoun.

S'agissant de la qualité des eaux, les tableaux ci-après récapitulent les valeurs moyennes (en termes de concentrations) relevées sur la période de l'année 2018 (données ONAS).

Tableau 4 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Sud (DCO et MES)

	Analyse physico-chimique des eaux usées et des eaux traitées																			
	DCO				MES				Conductivité		Salinité		BILAN AZOTE							
													Entrée				Sortie			
	Entrée		Sortie		Entrée		Sortie		Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	NH4+	N total	N-NO3	N-NO2	NH4+	N total	N-NO3	N-NO2
moyen	Max	moyen	Max	moyen	Max	moyen	Max													
Colonne N°	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µS	µS	g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Janvier	1040	1040	390	390	539	1025	161	210	3570	3430	2,2	2,2		104				76		
Février	1230	1230	455	473	502	568	188	230	3200	3330	2,0	2,1		97			60	86		
Mars	1690	1690	478	478	464	680	185	250	3200	3040	2,0	1,9	58,1	101	0,038	0,052	53,8	160	0,16	0,055
Avril	2140	2140	626	626	567	850	200	260	3170	3090	2,0	1,9								
Mai	2410	2410	561	561	717	1600	175	280	3470	3370	2,2	2,1								
juin	930	930	535	535	834	1600	89	200												
Juillet	2140	2140	56	56	505	1100	22	26	3270	3170	2,1	2,0	45,2	77	0,013	0,040	43,4	58,2	<0,01	0,020
Août	1310	1310	30	30	293	379	10	17	3410	3370	2,1	2,1								
Septembre	1080	1080	37	37	298	315	9	10	2910	2870	1,8	1,8								
Octobre	1270	1270	127	127	445	600	36	83	2610	2960	1,6	1,9	34,4	67,5	<0.01	0,010	28,1	45,8	0,25	0,87
Novembre	827	974	142	237	330	369	22	41	3170	2770	2,0	1,7								
décembre	1213	1630	83	131	416	485	34	45	3640	3540	2,3	2,2								
TOTAL																				
Moyenne	1440	2410	293,3	626	492,5	1600	94,25	280	3238	3176,4	2	2	45,9	89,4	0,0255	0,03	46	85	0,2	0,31
An précédent	1179	1670	472	830	407	626	141	278					71	106			47	64		
Variation (+ou-)	22%	44%	-38%	-25%	21%	156%	-33%	1%					-35%	-16%			-2%	33%		

Tableau 5 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Sud (DBO₅ et performance énergétique)

	Performance épuratoire						Performance Energétique				
	Charge en DBO5						RENDEMENT EPURATOIRE	Consommation d'énergie	Consommation d'énergie journalière	RENDEMENT ENERGETIQUE en kwh/kg DBO5 éliminé	cosφ (factures)
	ENTREE			SORTIE							
	concentration moyenne en DBO5 entrée	CHARGE JOURNALIERE moyenne	Concentration Maximum en DBO5	Concentration moyenne en DBO5 sortie	CHARGE JOURNALIERE moyenne	Concentration Maximum en DBO5					
Colonne N°	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
Unité	mgDBO5/l	kgDBO5/j	mgDBO5/l	mgDBO5/l	kgDBO5/j	mgDBO5/l	%	Kwh/mois	kwh/j	kwh/kgDBO5	U
Janvier	680	15271	680	210	4716	210	69%	155632	5367	0,51	0,86
Février	700	17477	700	295	7365	310	58%	136034	4691	0,46	0,85
Mars	590	15129	590	170	4359	170	71%	130244	4201	0,39	0,87
Avril	1200	30234	1200	280	7055	280	77%	129398	4313	0,19	0,84
Mai	820	20837	820	180	4574	180	78%	136702	4410	0,27	0,84
juin	730	7408	730	180	1827	180	75%	141801	4727	0,85	0,82
Juillet	940	6578	940	22	154	22	98%	132246	4560	0,71	0,68
Août	370	2930	370	6	48	6	98%	114942	3831	1,33	0,58
Septembre	480	3733	480	5	39	5	99%	114423	3814	1,03	0,67
Octobre	370	1976	370	26	139	26	93%	104244	4532	2,47	0,85
Novembre	300	1560	300	14	73	14	95%	99161	3419	2,30	0,78
décembre	442	3309	442	14	105	14	97%	131859	4254	1,33	0,86
TOTAL								1526686			
Moyenne	724	10537	1200	174	2538	310	76%		4343,29099	0,54	0,79
An précédent	471	11928	650	163	4149	350	66%	140155	4605	0,66	
Variation (+ou-)	54%	-12%	85%	7%	-39%	-11%	15%	989%	-6%	-18%	

On constate, pour les eaux brutes, une DCO moyenne élevée (avec des pointes à pratiquement 1,7 fois la moyenne) et une DBO5 tout aussi élevée dont l'origine peut être industrielle ou relative à la présence de boues issues de systèmes d'assainissement individuels en quantités non négligeables.

Le rapport DCO moyenne/DBO5 moyenne est égal à pratiquement 2 s'éloignant d'un rapport habituel, pour un effluent domestique pur, de l'ordre de 2,3 à 2,5.

Ceci milite aussi en faveur de la présence d'effluents non domestiques.

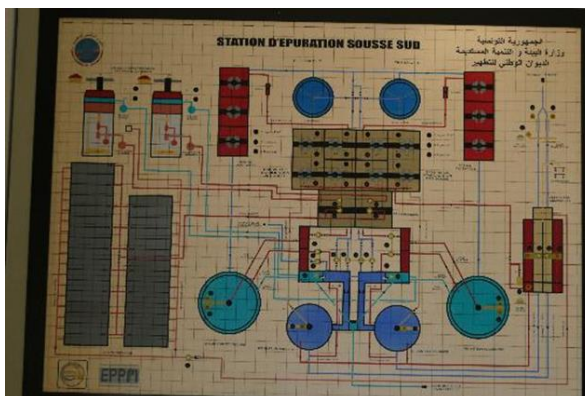
La qualité moyenne des eaux traitées en 2018 (DCO 293 mg/l, DBO5 174 mg/l, MES 95 mg/l) est assez éloignée des valeurs imposées par la réglementation à savoir : DCO 90 mg/l, DBO5 30 mg/l, MES 30 mg/l et non compatible avec une réutilisation directe.

Ceci dit, la mise en route de Sousse Hamdoun et le délestage de Sousse Sud ont induit une amélioration sensible de la qualité de l'eau, avec des valeurs qui sont maintenant, pour ce qui est des paramètres physico-chimiques, conforme à la norme tunisienne NT 106.02, actualisée par l'arrêté du 26/3/18.

Une réhabilitation est prévue, qui devrait faire passer le volume traité quotidiennement à Sousse Sud de 10 000 m³/j aujourd'hui à 24 000 m³/j.

Tableau 6 : Evolution de la qualité des EUT de la STEP de Sousse Sud entre 2016 et 2019

Paramètres	Unité	NT 106-03 (valeur limite)	2016*	2017**	2018*	2019**	Arrêté du 26/3/2018 (valeur limite)
PH	-	6,5 - 8,5	7,57	7,9	7.75	7,8	6,5 - 8,5
DCO	Mg O2 /l	90	374	428	568	48	125
DBO5	Mg O2 /l	30	129	160	235	8	30
MES	Mg/l	30	52	260	260	11	30



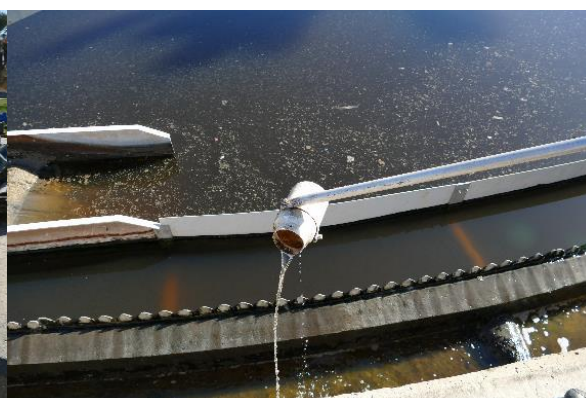
Synoptique



Photo en vue partielle



Bassin d'aération



Qualité de l'eau traitée

Figure 22 : Synoptique et vues de la STEP de Sousse Sud (visite mars 2019)

4.3.3 SITUATION DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE NORD I

Comme dit précédemment, cette station est en phase d'arrêt et n'entre pas dans le futur schéma de traitement des eaux de Sousse.

4.3.4 SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE NORD II

La station d'épuration de Sousse Nord II, prévue pour un débit nominal de 10 000 m³/j et un flux de DBO₅ de 4 000 kg/j, fonctionne sous le régime de la boue activée à faible charge.

Les données issues du bilan annuel de fonctionnement durant l'année 2018, s'agissant des qualités des eaux brutes et traitées, sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Nord II (DCO et MES)

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Tableau 8 : Bilan annuel épuratoire 2018 de la STEP de Sousse Nord II (DBO5 et performance énergétique)

RAPPORT ANNUEL 2018											
Département:			DRC			Type de Tarification					
Direction régional:			SOUSSE			Unique					
STEP de:			SOUSSE NORD 2			Horaire					
						N°de référence (facture):					
	Performance épuratoire							Performance Energétique			
	Charge en DBO5						RENDEMENT EPURATOIRE	Consommation d'énergie	Consommation d'énergie journalière	RENDEMENT ENERGETIQUE en kwh/kg DBO5 éliminé	cosφ (factures)
	ENTREE			SORTIE							
	concentration moyenne en DBO5 entrée	CHARGE JOURNALIERE moyenne	Concentration Maximum en DBO5	Concentration moyenne en DBO5 sortie	CHARGE JOURNALIERE moyenne	Concentration Maximum en DBO5					
Colonne N°	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
Unité	mg/l	kg/j	mg/l	mg/l	kg/j	mg/l	%	Kwh/mois	kwh/j	kwh/kg	U
Janvier	1030	5621	1030	27	147	27	97%	59782	2061	0,38	0,93
Février	780	6134	780	24	189	24	97%	68412	2359	0,40	0,93
Mars	900	9050	900	21	211	21	98%	89323	2881	0,33	0,9
Avril	1520	26270	1520	25	432	25	98%	86066	2869	0,11	0,94
Mai	810	7288	1490	37	333	39	95%	88716	2862	0,41	0,94
juin	520	4304	520	52	430	52	90%	87621	2921	0,75	0,94
Juillet	490	4788	490	250	2443	250	49%	78376	2528	1,08	0,94
Août	850	10411	850	63	772	63	93%	73990	2387	0,25	0,94
Septembre	680	4687	680	17	117	17	98%	86128	2871	0,63	0,93
Octobre	490	4494	490	14	128	14	97%	78434	2530	0,58	0,93
Novembre	290	1525	290	24	126	24	92%	75068	2502	1,79	0,94
décembre	223	1148	223	10	51	10	96%	98081	3164	2,89	0,93
TOTAL								969997			
Moyenne	715	7143	1520	47	448	250	94%		2661	0,40	0,93
An précédent	473	3732	506	42	323	55	91%	963928	2632	1,1	0,9
Variation (+ou-)	51%	91%	200%	12%	39%	355%	3%	1%	1%	-64%	4%

La DCO moyenne est très élevée (avec des pointes à pratiquement 3,2 fois la moyenne) ainsi que la DBO5 dont l'origine peut être industrielle ou relative à la présence de boues issues de systèmes d'assainissement individuels en quantités non négligeables.

Le rapport DCO moyenne/DBO5 moyenne est égal à pratiquement 3, s'éloignant notablement du rapport habituel de l'ordre de 2,3 à 2,5 caractérisant les effluents domestiques purs. La biodégradabilité de l'effluent est de fait limitée.

La présence d'effluents non domestiques tombe sous le sens.

La qualité moyenne des eaux traitées (DCO 153 mg/L, DBO5 47 mg/L, MES 38 mg/L) se rapproche des valeurs imposées par la réglementation (à savoir : DCO 90 mg/L, DBO₅ 30 mg/L, MES 30 mg/l) mais reste au-delà.

Le débit moyen étant de l'ordre de 8 200 m³/j, on arrive toujours en moyenne à un flux journalier de l'ordre de 7 143 kg DBO₅/j représentant 179 % de la capacité nominale de la STEP.

Il est donc quasiment impossible d'atteindre les valeurs (en termes de qualité des eaux traitées) imposées par la réglementation.

A noter que les EUT de la STEP de Sousse Nord II sont dirigés vers le golf Kantoui, et le surplus vers un émissaire en mer.

4.3.5 SITUATION ACTUELLE DE LA STATION D'EPURATION DE SOUSSE HAMDOUN

La station d'épuration n'est, à ce jour, **pas définitivement réceptionnée par l'ONAS**. Une réception partielle de la file eau a été faite en juin 2018. La réception de la file boues est prévue pour février 2021.

Les charges hydrauliques et organiques arrivant à la station ne représentent qu'une fraction de ce que le système aura à traiter dans le futur (environ 30 %, données ONAS de fin 2018).

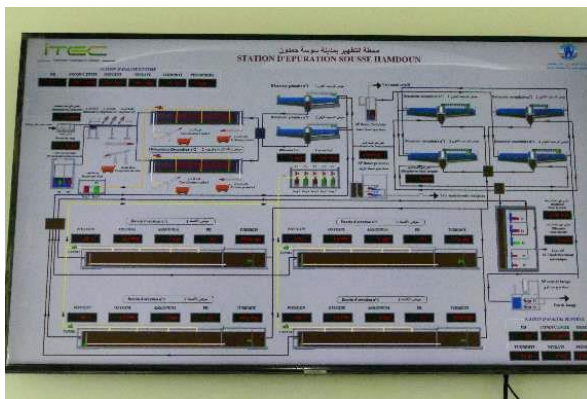
Un récapitulatif des charges moyennes mensuelles (septembre-décembre 2018) est établi ci-après.

Tableau 9 : Récapitulatif d'exploitation pour Sousse Hamdoun sur la fin 2018

2018 Paramètres	Sep	Oct	Nov	Déc
Données d'exploitation	valeur	valeur	valeur	valeur
Débit moyen journalier (m ³ /jour)	21055	21176	18509	17491
Débit total mensuel (m ³ /mois)	612201	656460	555258	542209
Nombre des jours pluvieux (j)	3	6	7	3
Débit total réutilisé (m ³ /mois)	1 379	120	180	930
Charge organique traitée (kg DBO ₅ / Jour)	13244	16089	8033	11343
Charge organique éliminée (kg DBO ₅ / Jour)	12191	15686	7690	10914
Rendement épuratoire(%)	92%	0,97	0,96	0,96
Consommation énergétique moyenne (KWh/jour)	10500	12382	13518	11421
Rendement énergétique (KWh/KgDBO ₅ éliminé)	0,86	0,79	1,76	1,05
Volume total de boues épaissies produites (m ³ /mois)	6699	3531	2508	4026

La qualité des eaux brutes est relativement compatible avec celles provenant de rejets domestiques mais avec des fluctuations nécessitant des investigations sur la nature de rejets d'origines industrielles.

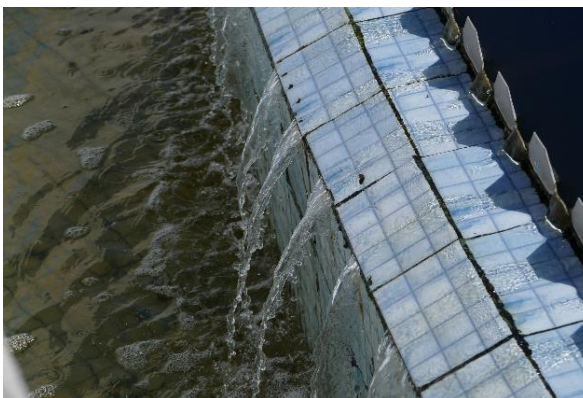
Les eaux épurées répondent globalement aux exigences de la réglementation et s'inscrivent (en termes de qualité) dans l'optique d'une réutilisation à des fins agricoles.



Synoptique



Photo en vue partielle



Qualité de l'eau traitée

Figure 23 : Synoptique et vues de la STEP de Sousse Hamdoun (visite mars 2019)

Un **traitement tertiaire par filtre à sable et UV** est prévu, mais pas encore installé. L'évaluation des offres était en cours en juin 2018.

4.3.6 FLUX HYDRAULIQUES

Le réseau de collecte et de transfert ainsi que les stations d'épuration sont en cours de modifications majeures.

Les éléments récoltés lors de la mission permettent de synthétiser les différents flux aqueux en quantités et en destinations.

Le schéma ci-après se rapporte à la situation à terme (nominale).

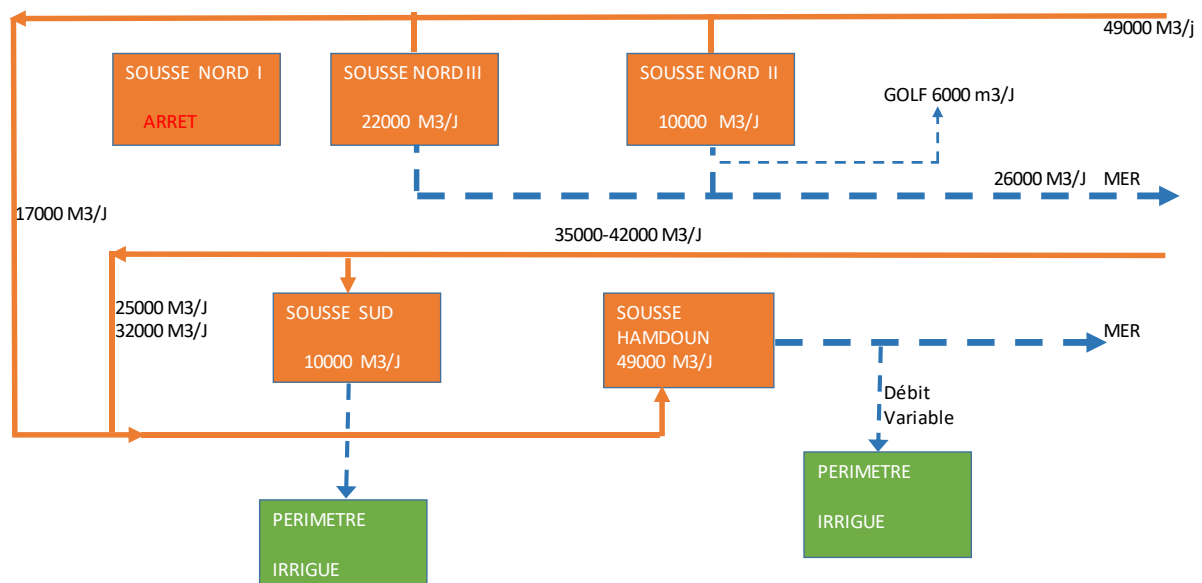


Figure 24 : Flux hydrauliques du système d'assainissement de Sousse

- le débit total arrivant par la **branche nord** est évalué à 49 000 m³/j en période de pointe,
- la station d'épuration de Sousse Nord I est destinée à être arrêtée,
- la station d'épuration de Sousse Nord II ne sera alimentée au maximum qu'à 10 000 m³/j avec un rejet en mer direct sans réutilisation prévue (pour l'instant) des eaux épurées,
- l'excédent d'eau brute (incluant les boues produites par la STEP restant en fonction) sera envoyé sur Sousse Hamdoun,
- la station d'épuration de Sousse Nord III traite un débit de 22 000 m³/j, rejeté en mer
- le débit total arrivant par la **branche sud** est évalué à 42 000 m³/j.
- l'alimentation de la station d'épuration de Sousse sud sera limitée à 10 000 m³/j,
- l'excédent d'eau brute de la branche sud sera également envoyé sur Sousse Hamdoun (32 000 m³/j),
- le débit total arrivant à Sousse Hamdoun sera de l'ordre de 49 000 m³/j (en pointe) en cumulant les eaux provenant de la branche nord et celle de la branche sud
- les flux d'eaux épurées de Sousse Sud et Hamdoun seront réunis au sein d'un même réseau d'évacuation en mer

Ce regroupement des EUT des branches nord et sud sur Sousse Hamdoun offre l'opportunité d'un traitement tertiaire centralisé (d'ailleurs prévu dans les études de projet relatives à cette STEP¹⁰). Un piquage sur le réseau d'évacuation en mer permettra, à la demande, de reprendre toute ou partie des eaux épurées afin d'appliquer sur ces dernières un traitement tertiaire.

¹⁰ AVP d'actualisation des études des systèmes de transfert des EUT brutes et épurées du grand Sousse (I2E, 2017)

Le traitement tertiaire permettra de produire des eaux dont la qualité est compatible avec les normes de réutilisation afin d'irriguer le ou les périmètres irrigués : le PI en projet de At Thrayât, en rive droite de l'oued Hamdoun, et éventuellement le PI de Zaouïet Sousse en cas de substitution à l'alimentation par la STEP de Sousse Sud.

► *Le potentiel maximal d'eau épurée réutilisable est de l'ordre de 79 000 m³/j*

4.3.7 QUALITE DES EAUX EPUREES, TRAITEMENT TERTIAIRE ?

En juillet 2020, les offres pour le traitement tertiaire de Sousse Hamdoun étaient en cours de dépouillement et la mise en service prévue pour la mi 2021.

Les paramètres de qualité pour la station d'épuration Hamdoun doivent tenir compte, à la fois, des milieux récepteurs des eaux usées traitées et des performances des procédés d'épuration qu'il est raisonnable de mettre en œuvre sans porter atteinte au milieu récepteur.

Le respect de la norme tunisienne, pour ce qui concerne les paramètres de pollution organique biodégradable, sont aisément atteignables par un traitement classique de station d'épuration.

L'ONAS rapporte que le rendement épurateur varie selon le type de procédé de traitement appliqué.

D'un point de vue élimination de la pollution organique, les procédés à boues activées sont en moyenne parmi les plus performants, donnant une concentration moyenne de 24 mg/l pour la DBO₅, 85 mg/l pour la DCO et 26mg/l pour les MES dans les eaux épurées.

Ces résultats sont cohérents avec les analyses effectuées sur les eaux épurées d'Hamdoun de manière régulière, qui démontrent le bon fonctionnement de la STEP.

Tableau 10 : Efficacité du traitement des eaux usées sur la STEP de Sousse Hamdoun fin 2018

2018	Sept		Oct		Nov		Déc		Valeur
Paramètres	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	limite ¹¹
DBO ₅ (mg/l)	629,00	50	760	19	434	19	649	25	30
MES (mg/l)	503,37	16,66	916	13	521	15	295	14	30
DCO (mg/l)	765,91	93,30	1470	52	771	66	1046	91	125
Conductivité (µs/cm)	3,99	4,16							

Il est cependant rappelé que la station d'Hamdoun ne reçoit, à ce jour, qu'environ 30 % de sa charge.

S'agissant de projets de réutilisation des eaux usées en agriculture, il convient, pour ce qui concerne la qualité microbiologique des EUT, de prendre en compte le fait que ces dernières peuvent présenter des **concentrations supérieures à 10⁷ coliformes pour 100 ml**.

Or le texte en vigueur (arrêté du 26 mars 2018 sur les rejets au milieu naturel des stations d'épuration, révisant la norme NT 106.02, **ANNEXE 1**) prévoit des **valeurs limites de rejet en**

¹¹ Valeurs limites des rejets de STEP en DBO₅, DCO et MES selon l'arrêté du 26 mars 2018

concentration pour les coliformes fécaux (2.10^3 / 100 mL) et les streptocoques fécaux (10^3 / 100 mL).

L'extrait de la norme NT 106.03 sur la REUT fait apparaître d'autres exigences très précises en matière de qualité des eaux épurées (**ANNEXE 2**). Il est à remarquer que les exigences de la norme NT 106.03 ci-dessus n'intègrent pas les germes test de contamination fécale (GTCF) que l'on trouve dans la norme NT 106.02.

Le comptage de ces derniers est une nécessité dans le cadre de la protection des personnes et ce d'autant que les analyses bactériologiques nécessaires sont simples à réaliser avec des résultats fiables et rapides (numération par technique NPP). Ce paramètre sera essentiel dans les projets de réutilisation des eaux usées traitées.

Si l'on vise le respect des seuils bactériologiques de l'arrêté du 26 mars 2018 (révision de la norme NT 106.02), un **traitement tertiaire** permettant l'abattement de ces paramètres semble indispensable.

Le projet de réutilisation des eaux usées traitées de la station **d'Hamdoun** prévoit, en traitement tertiaire, une **filtration sur sable** ainsi qu'une désinfection par rayonnement électromagnétique de types **ultraviolets**.

Cependant, il convient de mentionner que la garantie d'abattement des GTCF pour atteindre 2000 UFC pour 100 ml ne semble pas assurée (si l'on mixte les exigences des deux normes citées ci-dessus) ou, à minima, stable dans le temps. En effet, une désinfection à l'aide de lampes à ultraviolet ne permet pas un abattement supérieur à 3 unités Log dans le meilleur des cas.

Tableau 11 : Concentrations usuelles en microorganismes dans les eaux épurées

Le tableau ci-contre récapitule les concentrations potentielles en germes dans une eau épurée.

Tableau 1 : Concentrations en micro-organismes dans les eaux épurées	
Micro-organismes	Concentration (en nombre par L)
Virus	0 à $5 \cdot 10^3$
Bactéries :	
- coliformes totaux	10^3 à 10^6
- streptocoques fécaux	10^2 à 10^6
Parasites :	
- Giardia	10^2 à 10^6
- Cryptosporidium	0 à 10^2
- Œufs d'helminthes	0 à 10^1

Les lampes ont une durée de vie limitée (8 000-10 000 h/an) et la puissance du spectre d'émission faiblit assez rapidement dans le temps. Un changement annuel des lampes est de rigueur.

Pour garantir le respect des seuils réglementaires, il conviendrait de s'interroger sur la possibilité de désinfecter les eaux épurées filtrées à l'aide de **chlore**, nettement plus efficace que le rayonnement électromagnétique. Ceci dit, la mise en service d'un système 'filtre à sable + UV' est déjà une amélioration considérable par rapport à la situation actuelle.

La désinfection chimique fait principalement appel à une injection de chlore gazeux ou d'un produit chloré (hypochlorites de sodium ou de calcium).

La chloration est mise en œuvre, pour être efficace, après une filtration. Il doit être ménagé un temps de contact entre le chlore et l'eau, contact se faisant dans un bassin judicieusement chicané pour obtenir un flux piston.

Tableau 12 : Doses usuelles de chloration pour les EUT

Le tableau ci-contre donne les doses de chlore à appliquer en fonction des caractéristiques de la filière amont et après un temps de contact de 30 minutes afin d'abattre de 3 logs le nombre de coliformes totaux.

Tableau 7 : Dose de chlore à appliquer sur un effluent épuré	
Traitement amont	Dose de chlore à appliquer mg·L ⁻¹
Physico-chimique	3 à 10
Boues activées faible charge	2 à 10
Boues activées + filtration	2 à 5

4.3.8 FLUX DE BOUES PRODUITES

Les flux de boues générés par les systèmes de traitement de la ville de Sousse sont schématisés ci-après.

Il est à rappeler que des systèmes de traitements différents (aération prolongée, moyenne charge, forte charges, etc.) produisent des quantités de boues propres à chaque procédé.

Pour ce qui concerne le système d'assainissement de Sousse, les STEP concernées (Sousse Nord, Sud et Hamdoun) fonctionnent à la limite basse du procédé dit Moyenne charge, sont équipées de décanteurs primaires et génèrent des boues mixtes (mélanges boues primaires et secondaires).

Globalement, la production de boues mixtes fraîches d'une station d'épuration urbaine peut être estimée, en première intention, à 53,5 g MS/eq-hab/jour (base norme tunisienne 40g DBO5/eq-hab/j) ou, 1,33 kg MS/kg DBO5/j.

Ces valeurs serviront de base de calcul pour l'évaluation des quantités de boues produites, à terme, par le système de traitement des eaux usées de Sousse.

La station d'épuration d'Hamdoun ayant pour vocation de traiter l'ensemble des boues produites via un procédé de méthanisation, il est communément admis que la réduction de MES obtenue en sortie des ouvrage est de l'ordre de 30%.

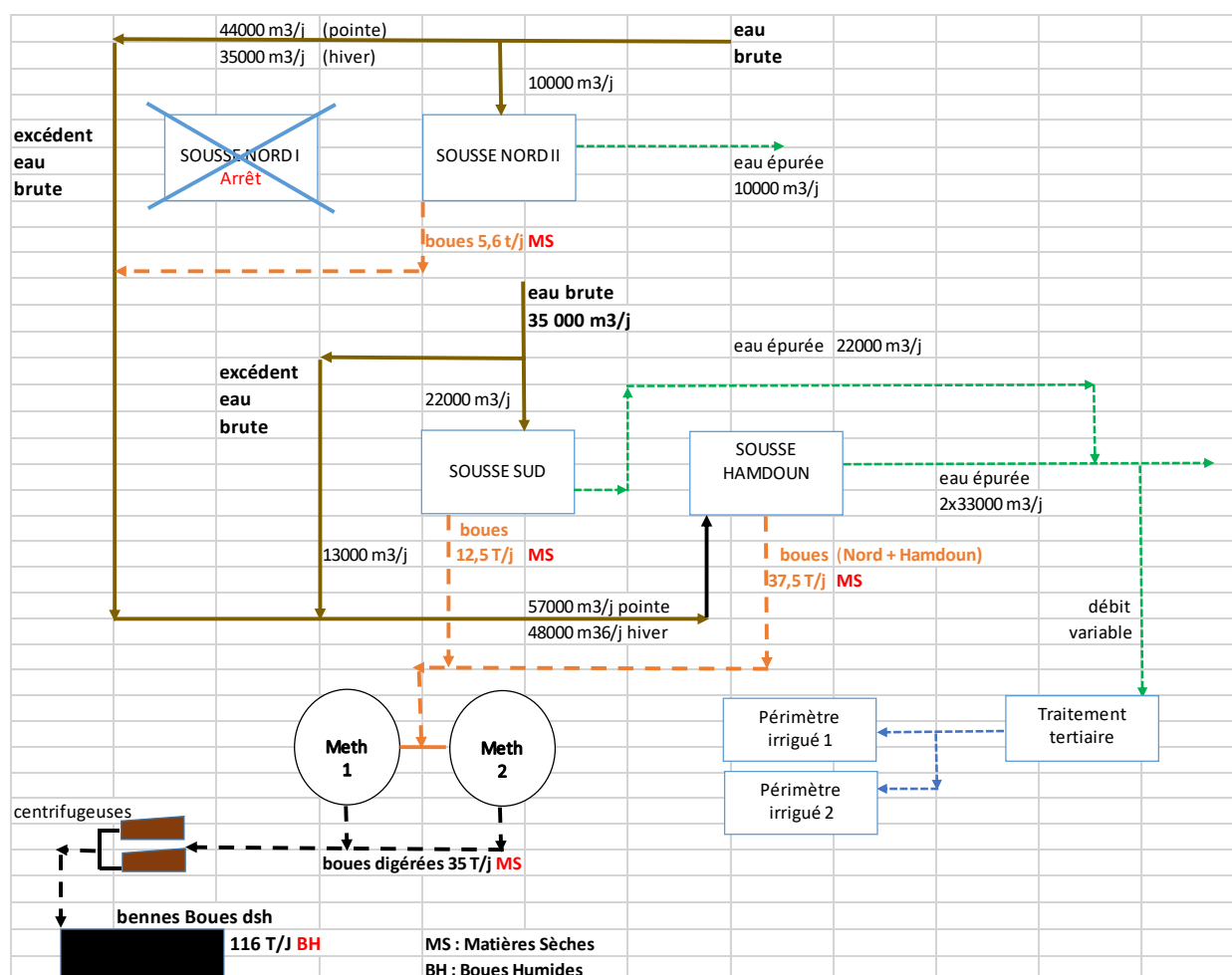


Figure 25 : Flux des boues sur le système d'assainissement du Grand Soussse

Le tableau ci-après récapitule les différentes productions de boues.

Tableau 13 : Production de boues sur le système d'assainissement du Grand Soussse

SITE	Débit de pointe m3/j	Flux DBO5 kg/j	Boues mélangées fraîches (primaire + BA) kg/j	boues digérées sortie méthaniseur kg/j	boues humides sortie centrif. kg/j	Débit hiver m3/j	Flux DBO5 kg/j	Boues mélangées fraîches (primaire + BA) kg/j	boues digérées sortie méthaniseur kg/j	boues humides sortie centrif. kg/j
SOUSSE NORD II (à terme)	10 000	4 000	5 333			10 000	4 000	5 333		
SOUSSE SUD (à terme)	22 000	8 800	11 733			22 000	8 800	11 733		
SOUSSE HAMDOUN (à terme)	57 000	24 000	32 000			48 000	19 200	25 600		
Total	89 000	36 800	49 067	34 347	114 489	80 000	32 000	42 667	29 867	99 556

L'ensemble des boues (Sousse Nord, Sud et Hamdoun) sera réuni au sein de la station d'épuration d'Hamdoun pour alimenter les systèmes de méthanisation.

Les boues digérées seront régulièrement extraites des deux méthaniseurs et déshydratées par centrifugation.

Une siccité de l'ordre de 30 % est attendue en sortie des machines.

Le **processus de méthanisation permet de réduire d'environ 50% les matières organiques** et implique de facto une proportion en matière minérale augmentée.

Afin de valoriser les digestats, une filière de compostage est parfaitement indiquée dans ce cas de figure du traitement des boues.

- *Le potentiel total annuel estimé du flux de boues à traiter sur un centre de compostage est de l'ordre de 39 000 tonnes de boues humides.*

4.3.9 CONCLUSION THEMATIQUE

On peut tirer, de la mission effectuée pour l'ensemble du système épuratoire de Sousse (4 stations d'épuration) les éléments suivants :

- le potentiel maximal **d'eau usée à réutiliser** à Sousse s'établit à environ 79 000 m³/j,
- le flux de **boues déshydratées** produit (à 30% de siccité) est de l'ordre de 40 000 tonnes/an.

4.4 RESEAU D'IRRIGATION

Le diagnostic du système hydraulique a concerné :

- La ligne de production
- le réseau de distribution

Le diagnostic a été basé sur l'étude de réhabilitation du PPI de Zaouïet Sousse¹², la collecte des données d'exploitation¹³, les investigations du terrain et les simulations hydrauliques.

4.4.1 DIAGNOSTIC DE LA LIGNE DE PRODUCTION

4.4.1.1 COMPOSITION DE LA LIGNE DE PRODUCTION

La ligne de production est constituée de l'amont vers l'aval par:

- La station d'épuration de Sousse Sud
- Une conduite d'adduction DN 800
- Un ouvrage de connexion: regard partiteur

¹² Etude réhabilitation du PPI Zaouiet Sousse élaboré par le bureau d'études BEATA PLUS

¹³ Rapport d'xploitation du PPI de Zouiet Sousse - CRDA 2012-2018

- Une conduite DN 500 reliant l'ouvrage partiteur et la bête d'aspiration de la station de pompage
- Une vanne papillon DN 500 à l'entrée de la bête d'aspiration de la station de pompage
- La station de pompage
- Une conduite de refoulement DN 500 Classe C reliant la station de pompage et le réservoir de mise en charge et de stockage du PPI Zaouiet Sousse
- Le réservoir de stockage et de régulation dominant le périmètre

Le schéma de la ligne de production est comme suit

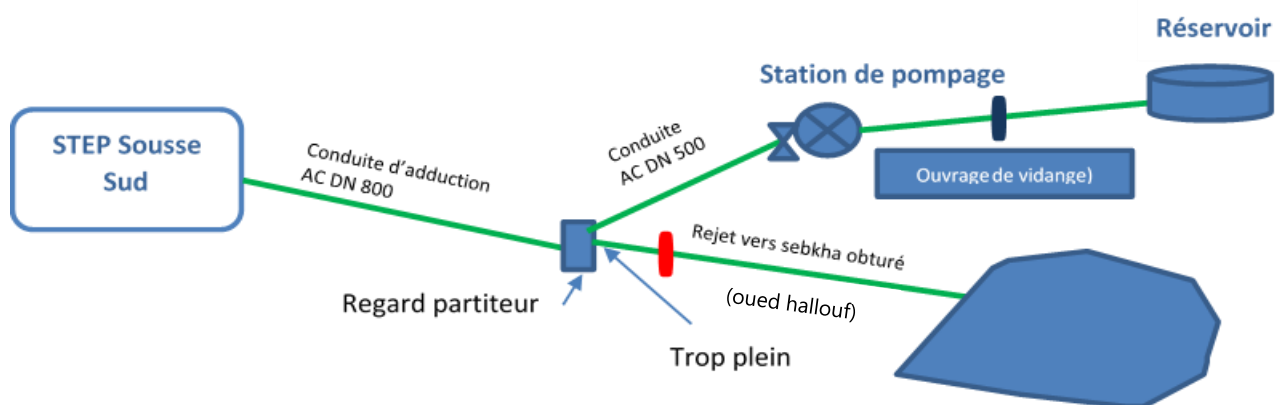


Figure 26 : Schéma de la ligne de production du système hydraulique de Zaouïet Sousse

4.4.1.2 FONCTIONNEMENT DE LA LIGNE DE PRODUCTION

■ Fonctionnement théorique de la ligne de production

Le fonctionnement de la ligne de production est basé sur une alimentation gravitaire et continue de la station de pompage située au pied de la STEP de Sousse Sud.

Un volume journalier de 10.000m³/jour est dédié à l'alimentation du périmètre irrigué de Zaouiet Sousse. L'alimentation de la station de pompage se fait au rythme de la production des eaux usées traitées au niveau de la STEP.

Les eaux arrivées à la bête d'aspiration sont refoulée vers le **réservoir de mise en charge** et de stockage via une **conduite de refoulement DN 500 et de 1800m de longueur**. La conduite de refoulement est protégée par **deux ballon anti-bélier de volumes 2000 litres** chacun installés en aval de la station de pompage.

Les eaux refoulées sont stockées au niveau du bassin de stockage et de mise en charge dont le radier est calé à la côte 31m. **Le réservoir a une capacité de 2500m³**, et alimente le périmètre à partir d'une côte de 33m.

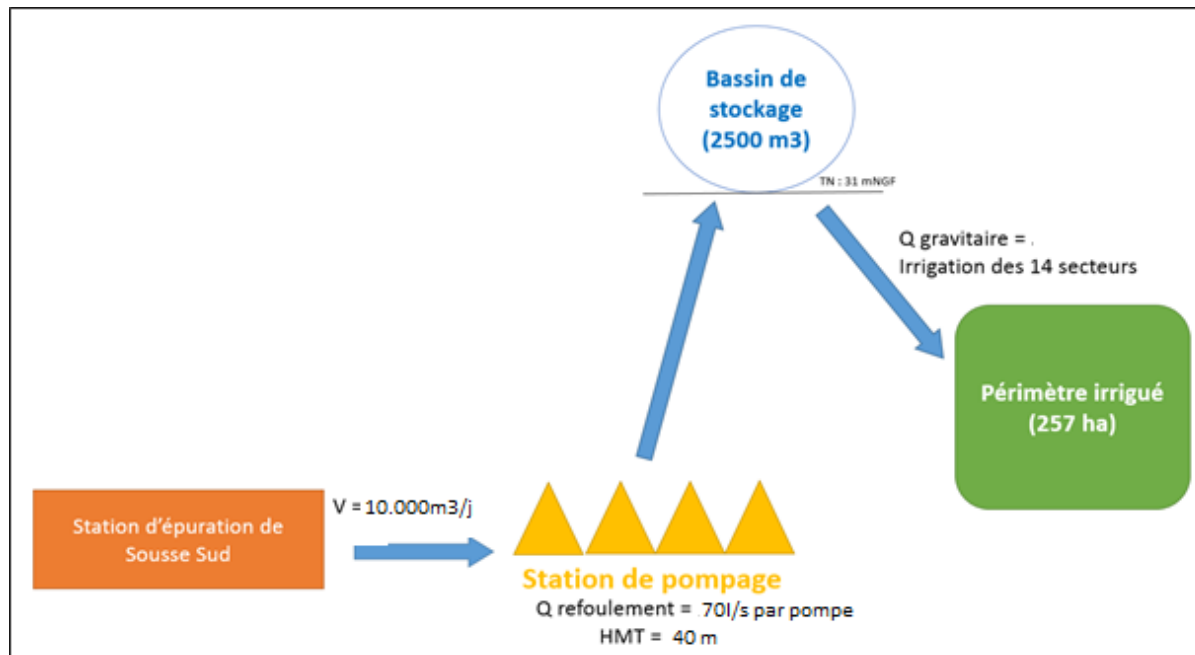


Figure 27 : Schéma global d'alimentation du PPI de Zauïet Sousse

■ Analyse diagnostic du fonctionnement de la ligne de production

• Diagnostic de la connexion STEP-SP :

La connexion de la STEP de Sousse-Sud à la Station de pompe est faite par **une conduite d'adduction en amiante ciment DN 800** reliée à un **regard partiteur** qui dérive les eaux vers la **bâche d'aspiration de la station de pompe** via une **conduite AC DN 500**.

Initialement, l'excédent d'eau arrivé au regard partiteur sort par le trop plein de cet ouvrage vers une zone de rejet naturelle. Suite à l'obturation du trop-plein de l'ouvrage de partiteur, l'excédent de rejet passe directement vers la station de pompe ce qui a causé la submersion des installations. La vanne DN 500 installée à l'entrée de la bâche d'aspiration de la station de pompe joue actuellement le rôle de protection contre les excédents de rejet, mais sa manipulation manuelle rend l'exploitation pénible.

A noter que la pointe de production journalière de l'ONAS ne correspond pas à celle des besoins agricoles, d'où l'importance d'un stockage tampon.

• Diagnostic de la station de pompe :

Le diagnostic de la station de pompe a permis d'établir un constat sur le fonctionnement des installations et de mener des mesures pour définir la qualité de fonctionnement des équipements. Il en sort que :

- Deux pompes sont fonctionnelles avec une aspiration basse dans la bâche dont les caractéristiques sont :
 - Marque : LOWARA,
 - Puissance : 45KW,
 - Point de fonctionnement nominal : 45m à 252m³/h,
 - Rendement : 72%.
- Deux pompes non fonctionnelles de marque Arian, de 45Kw, 252 m³/h, HMT 40m sont aussi installées dans la station

- Le système de comptage est hors service : l'exploitant n'a pas connaissance des débits pompés.

Les mesures effectuées par l'équipe d'étude ont montré que les deux pompes fournissent un débit total variant de 167 l/s à 112 l/s sous une HMT de 18m. **Les deux pompes ne fonctionnent pas dans leurs conditions optimales.** Il est à noter que **le fonctionnement des pompes n'est pas adapté aux caractéristiques de la conduite de refoulement.**

La station de pompage n'est pas automatisée et la manœuvre des pompes est manuelle.

Les conditions d'exploitation de la station de pompage sont pénibles : lorsqu'une pompe est en fonctionnement, la bêche d'aspiration se vide rapidement car le débit de l'arrivée gravitaire est insuffisant.

La pompe s'arrête rapidement en mode de sécurité « niveau bas », et la bêche d'aspiration se remplit à nouveau, mais très rapidement. L'arrivée n'étant pas équipée d'un système de fermeture en fonction de la hauteur d'eau, le risque de débordement et de noyage de la station est réel. La surveillance et la fermeture de la vanne d'arrivée est manuelle.

En l'état, ce fonctionnement est très instable et requière une régulation pour éviter ces manipulations incessantes et le nombre d'arrêt démarrage des pompes. (Préjudiciable à leur durée de vie).

4.4.2 LA PROBLEMATIQUE DU POMPAGE

■ Les raisons de l'alimentation défailante du réservoir

La fonction de la ligne de production consiste à **assurer la mobilisation et la régulation de la ressource en eau** pour garantir une alimentation du PPI de Zaouiet Sousse conforme aux besoins d'irrigation.

Actuellement l'alimentation du réservoir ne correspond pas aux besoins d'irrigation. Le manque d'eau peut être expliqué par :

- Le manque de régulation entre la station de pompage et la STEP de Sousse Sud et la mise en charge directe de la bêche d'aspiration de la station de pompage suite à l'obturation du trop-plein de rejet, ce qui a occasionné des pannes pendant la saison d'irrigation 2019,
- Le fonctionnement non automatisé de la station de pompage et son exposition aux risques de submersion
- Le déphasage entre le temps de production des eaux et le temps de pompage, car les plages horaires de fourniture d'électricité ne correspondent pas aux heures de pointe de fourniture d'eau de la STEP.

En effet, le pic de production des EUT se manifestent vers 11h le matin et vers 21h le soir, ces heures coïncident avec les heures de pointe de la STEG qui correspondent à l'effacement de l'électricité pour les CRDA (coupure de l'alimentation électrique); donc arrêt de pompage) ce qui ne permet pas le relevage des eaux vers le bassin de stockage

d'une façon continue simultanément avec les pointes de l'irrigation et par la suite un débordement des eaux au niveau de l'arrivée à la station de pompage

Actuellement le fonctionnement de ce système n'est pas optimal, voir défaillant vu qu'il ne remplit pas ses deux fonctions soit :

- La régulation des débits
- la mobilisation de la ressource

En **urgence**, avant même de penser à une nouvelle rénovation de la station de pompage, il convient de **réduire le débit** pompé en réglant celui-ci à 400 m³/h maximum. Il faut, pour cela, tiercer légèrement une vanne de refoulement, et contrôler le débit pompé. (Le débitmètre actuel n'est pas fonctionnel).

■ Vers plus d'autonomie énergétique ?

L'effacement électrique qui touche la station de pompage lors de la pointe STEG, laquelle correspond à la pointe quotidienne de production des EUT par l'ONAS, est problématique.

Pour le résorber, il est intéressant de se poser la question d'une **source d'autonomie électrique**, type **photovoltaïque**, pour venir sécuriser la SP. C'est hypothèse sera explorée dans la suite du rapport.

4.4.3 COMPOSITION DU RESEAU DE DISTRIBUTION

Le réseau de distribution est un **réseau sous pression ramifié** qui se compose :

- un **réseau principal** composé de **conduites en amiante ciment** Classe C de diamètres variant de **500 à 250mm**. Ce réseau dessert les entrées de quartier (Ouvrages de sectionnement OS),
- des **réseaux secondaires**, composés de **conduites en amiante ciment** classe C de diamètres variant de **200 à 150mm** et de **conduites en PEHDDE 125** (installées dans le cadre du projet de réhabilitation du PPI 2015-2018). Chaque réseau secondaire dessert les bornes du même quartier

Le linéaire de conduite présent sur l'ensemble du réseau est **17,7km** répartis comme le présente le tableau suivant :

Tableau 14 : Linéaires des conduites du réseau de distribution

Conduites Amiante ciment		
DN	Composition	Linéaire (ml)
150	AC	4 698
200	AC	1 704
250	AC	1 888
300	AC	1 281
400	AC	1 467

500	AC	1 030
Conduites PETHD		
125	PEHD	5 629

Le réseau est équipé des ouvrages de distribution de contrôle et de protection suivants :

- **14 ouvrages de sectionnement** installés à l'entrée des quartiers
- **102 bornes d'irrigation de 6 L/s** desservant une superficie maximale de 3.5ha
- **5 ouvrages de vidange**

4.4.4 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RESEAU D'IRRIGATION

4.4.4.1 ANALYSE DE LA CONCEPTION DU RESEAU D'IRRIGATION

L'alimentation des bornes est **gravitaire** et le réseau est mis en charge par le réservoir qui dessert les **quatorze quartiers hydrauliques** équipés de bornes foyer.

Le débit d'irrigation en tête du réseau est de 84 l/s, ce débit correspondant à une durée d'irrigation en mois de pointe de 20h/j et une autonomie de desserte à partir du réservoir de l'ordre de 6h (réservoir plein à l'arrêt de pompage)

Le fonctionnement hydraulique du réseau après réhabilitation est basé sur un **tour d'eau** de 6l/s par quartier et par borne.

Le tour d'eau retenu dans le périmètre irrigué est le suivant: la distribution en eau de chaque quartier s'effectue par une seule borne d'irrigation dont le débit est limité à 6 L/s. En moyenne, 1 borne sur 7 est ouverte lorsque le périmètre irrigué est mis en eau. La durée d'un tour d'eau est de 8h.

Le mode d'irrigation à la parcelle est le gravitaire à la raie ce qui demande la mobilisation de l'agriculteur durant la période d'irrigation.

Il est à noter que

- La durée d'irrigation des parcelles n'est pas arrêtée par un calendrier d'irrigation qui détermine le temps d'irrigation suivant les besoins des cultures de chaque exploitation
- Le débit et le temps d'irrigation ne sont pas adaptés au mode d'irrigation à la parcelle
- L'opération d'irrigation n'est pas organisée suivant les besoins des cultures

4.4.4.2 CONTEXTE HYDRAULIQUE

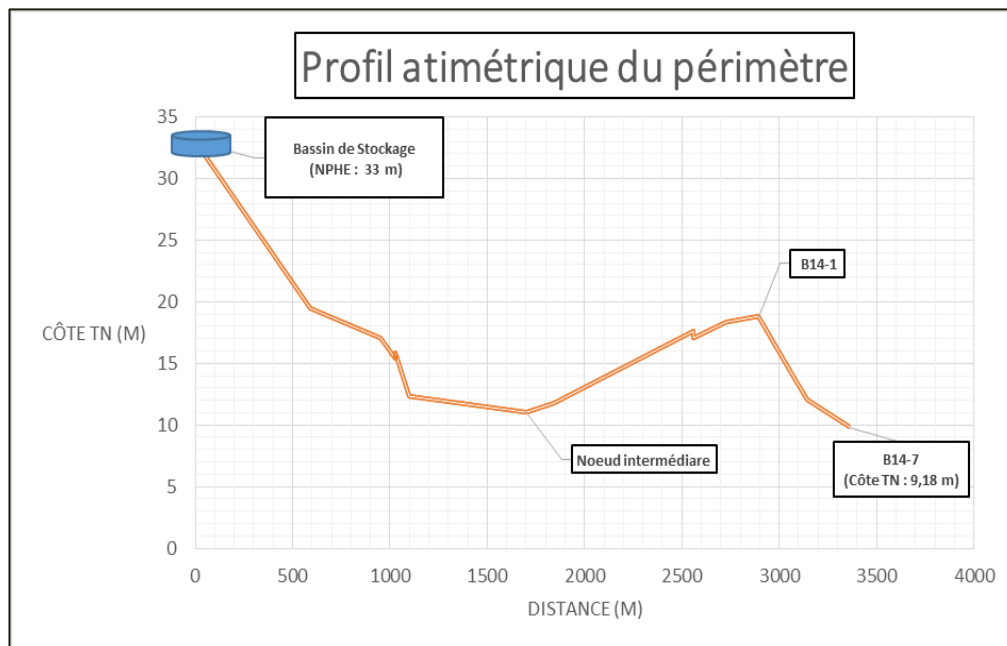


Figure 28 : Profil altimétrique de la zone d'étude

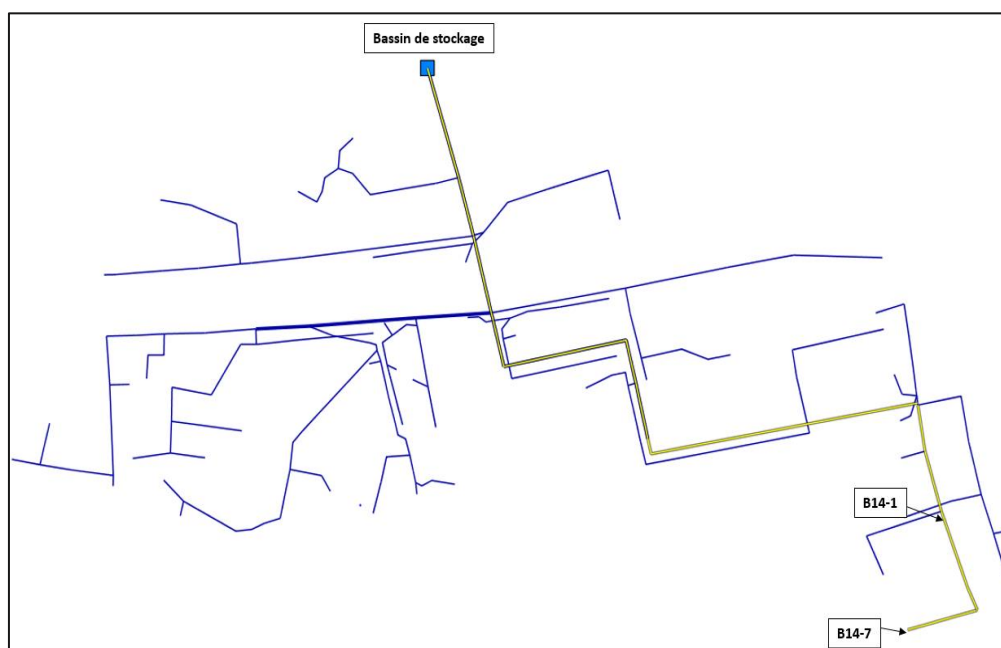


Figure 29 : Localisation des bornes du profil altimétrique depuis logiciel de modélisation

En réalisant un profil altimétrique entre le point le plus haut (bassin de stockage) et le point le plus éloigné (borne B14-7), on remarque que le bassin de stockage domine l'ensemble du périmètre.

Lorsque la demande en eau du réseau est nulle et le réservoir plein (NPHE : 33 m), la pression maximale de service au niveau de la borne B14-7 est de 23 mCE. Dans le but d'assurer une

desserte correcte du périmètre irrigué, il nécessaire d'avoir au minimum 10 mCE au niveau de chaque borne d'irrigation.

4.4.4.3 MODELISATION DU RESEAU

L'objectif principal de cette modélisation est de connaître les conditions piézométriques au niveau des différentes bornes d'irrigation du réseau lorsque celui-ci est convenablement alimenté en eau par le bassin de stockage. Les modélisations du réseau sont articulées autour de deux cas :

- **Simulation débit continu** : il s'agit d'une simulation du réseau lorsque les principes initiaux d'irrigation sont respectés par les agriculteurs, à savoir que seule une borne alimente un secteur à 6 l/s. Il s'agit de la méthode d'irrigation actuellement en vigueur sur le réseau.
- **Simulation débit Clément** : Cette simulation correspond au fonctionnement foisonné du réseau sans tour d'eau avec un recours aux bornes d'irrigation aléatoire et indépendant. Seuls les besoins en eau d'irrigation commandent le réseau. Elle est adaptée aux besoins des cultures présentes sur le périmètre. Elle suit ainsi une approche foisonnée de la demande lors de la période de pointe.

La comparaison des deux simulations permettra de mieux comprendre les difficultés actuellement rencontrées sur le secteur.

■ Simulation débit continu

- Q continu 6 l/s

Les simulations ont été réalisées à travers IRMA, logiciel de modélisation hydraulique interne de la Société du Canal de Provence. Lors de cette simulation, la main d'eau de 6 l/s par secteur est respectée. Pour ce faire, un débit continu de 6 l/s a été affecté aux quatorze bornes les plus défavorables présentes dans les différents secteurs d'irrigation.

Le débit sortant du réservoir en tête du réseau est de 84 l/s. Ces bornes ont été sélectionnées en fonction de leurs conditions piézométriques défavorables (haute altimétrie / positionnement géographique éloigné). Le tableau ci-dessous présente les bornes choisies ainsi que leur altimétrie respectives.

Bornes	TN (m)
B1-4	21,37
B2-5	20,11
B3-1	19,9
B4-10	21
B5-9	18,41
B6-7	18,4
B7-4	16,27
B8-6	17,84
B9-4	16,98
B10-1	13,7
B11-8	13,5
B12-3	18,16
B13-2	21,1
B14-1	18,8

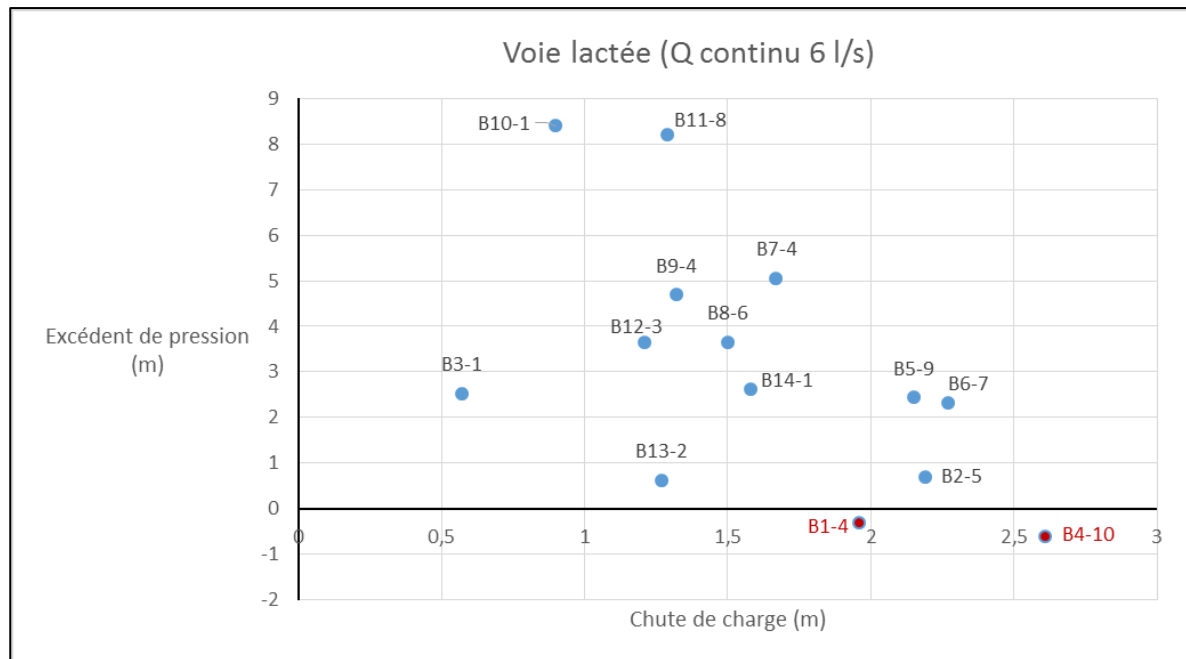


Figure 30 : Représentation visuelle du fonctionnement initial du réseau

La voie lactée est une représentation graphique permettant de représenter la desserte des bornes du réseau. En ordonnée figure l'excédent de pression (m) et en abscisse la chute de charge (m). L'excédent de pression est la différence entre la pression calculée par le modèle et la pression que l'on souhaite atteindre. La chute de charge est la différence entre la pression statique et la pression calculée.

On observe que 13 bornes d'irrigation sont desservies en respectant la pression fixée à 10 mCE en sortie de borne. Seules les bornes B1-4 et B4-10 ne garantissent pas exactement 10 mCE de pression minimum. Toutefois, les pressions en sortie de ces bornes sont totalement acceptables car elles sont très proches de 10 mCe.

En se basant à partir d'une irrigation continue de 6 l/s par secteur, l'ensemble des points de consommation du périmètre irrigué devraient normalement être correctement alimenté en eau tout en garantissant une pression minimum de 10 mCE

- Simulation Q continu 16 l/s

Les bornes d'irrigation présentes dans le périmètre irrigué ont toutes été équipées d'un régulateur de débit fixé à 6 l/s. Cependant, d'après les retours d'expérience du GDA de Sousse Zaouiet et de l'aiguadier du périmètre irrigué, de nombreuses bornes sont dépourvues de limiteur de débit. Ces dernières fonctionnent alors à plein régime et peuvent fournir un débit maximum allant jusqu'à 16 l/s. En reprenant exactement les mêmes configurations précédentes, une nouvelle simulation a été réalisée, avec cette fois-ci, un débit continu de 16 l/s au niveau de chaque borne. Le débit total vaut 224 l/s, soit 2.2 fois le débit total de la station de pompage. Cette simulation se rapproche davantage au fonctionnement actuel du réseau.

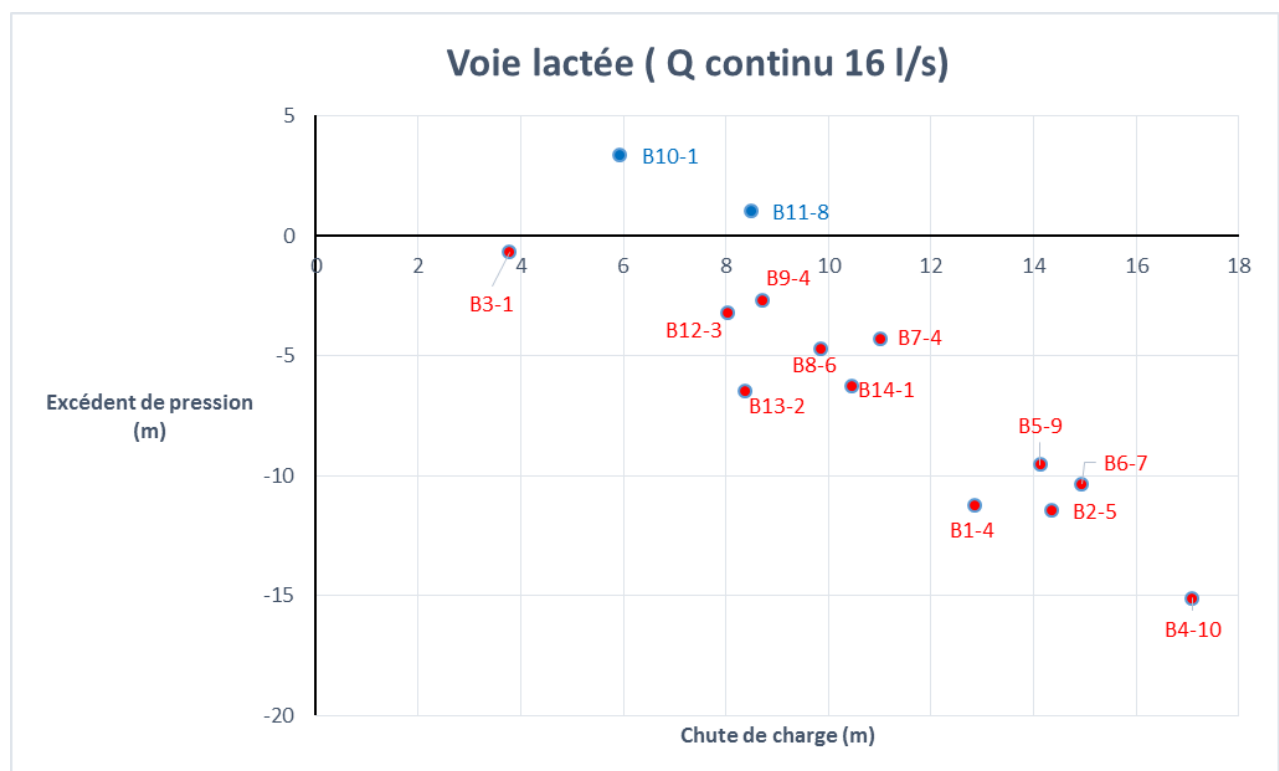


Figure 31 : Représentation visuelle du fonctionnement actuel du réseau

A l'inverse de la simulation précédente, on observe cette fois-ci que seules les bornes se trouvant dans les secteurs 10 et 11 garantissent les 10 mCE demandés. Ces résultats se manifestent également sur le terrain étant donné que les secteurs 10 et 11 figurent parmi les trois uniques secteurs qui fonctionnent actuellement sur le périmètre irrigué.

Il est à noter également que 8 bornes du périmètre irrigué possèdent une pression positive en sortie de borne allant de 0 mCE (B5-9) à 9 mCE (B3-1). En revanche, quatre bornes (B1-4, B2-5, B6-7 et B4-10) ont des pressions négatives, les secteurs en question ne peuvent être irrigués en eau au débit de 16 l/s.

■ Présentation de la simulation par débit de Clément

La simulation d'un fonctionnement d'un réseau d'irrigation par la formule de Clément se base une loi probabiliste qui permet le calcul du débit de pointe d'un réseau d'irrigation fonctionnant à la demande.

Elle tient compte du « foisonnement » des appels de débits, c'est-à-dire de la distribution plus ou moins aléatoire dans le temps des ouvertures des prises.

L'expression la plus générale de la formule de Clément :

- $Q = Q_{\text{continu}} + \sum_k (\epsilon_k \cdot n_k \cdot P_k \cdot d_k) + \epsilon \cdot U \cdot \{\sum_k (n_k \cdot P_k \cdot (1 - P_k) \cdot d_k^2)\}^{1/2}$ avec :
 - Q : Débit de pointe résultant transitant dans le tronçon
 - Q_{continu} : Débit continu « pur » transité par le tronçon
 - n_k : nombre de prise de classe k desservies par le tronçon considéré
 - P_k : probabilité d'ouverture des prises de classe k
 - d_k : débit spécifique de la prise de classe k
 - ϵ : correspond au signe de la somme sous la racine
 - U : paramètre caractéristique de la qualité de fonctionnement désirée

La probabilité d'ouverture des prises P est un paramètre de la formule de Clément permettant le calcul du débit de clément comme suit. Le calcul de la probabilité P_i relative à une prise i se fait par la formule suivante

- $P_i = SI \cdot v / (R \cdot n_i \cdot q_i)$ où :
 - SI correspond à la superficie irriguée par le prise de classe i (en ha)
 - v le débit fictif continu (l/s/ha) du mois de pointe (calculé sur la base des besoins en eau)
 - R paramètre d'ajustement : sollicitation générale du réseau par l'ensemble des usagers

Elle est établie sur la base du plan de bornage et le débit fictif continu du mois de pointe.

Sur la base du calcul élémentaire une probabilité générale de fonctionnement pondérée du réseau est calculée : $P_{\text{générale}} = SI_{\text{totale}} \cdot v_{\text{pondérée}} / (R_{\text{pondérée}} \cdot \sum n_i \cdot q_i)$

Ce paramètre est un résultat de la modélisation du réseau par le logiciel IRMA

■ Résultat de la modélisation IRMA

Cette simulation permet d'appréhender les débits transitant dans les conduites du périmètre lors de la période estivale pour un réseau d'irrigation à la demande. L'objectif est d'illustrer une méthode d'irrigation différente de celle des tours d'eau, se révélant alors adaptée aux besoins en eau du périmètre lors de la période de pointe. Ainsi, une partie des 104 bornes présentes sont alors susceptibles d'être ouvertes ou non par les agriculteurs suivant une probabilité donnée. Elle est calculée par la formule de Clément ($P = 0.126$), P étant la probabilité d'ouverture simultanée des bornes. Il est bien sûr entendu que toutes les bornes soient munies d'un régulateur de débit fixé à 6 l/s.

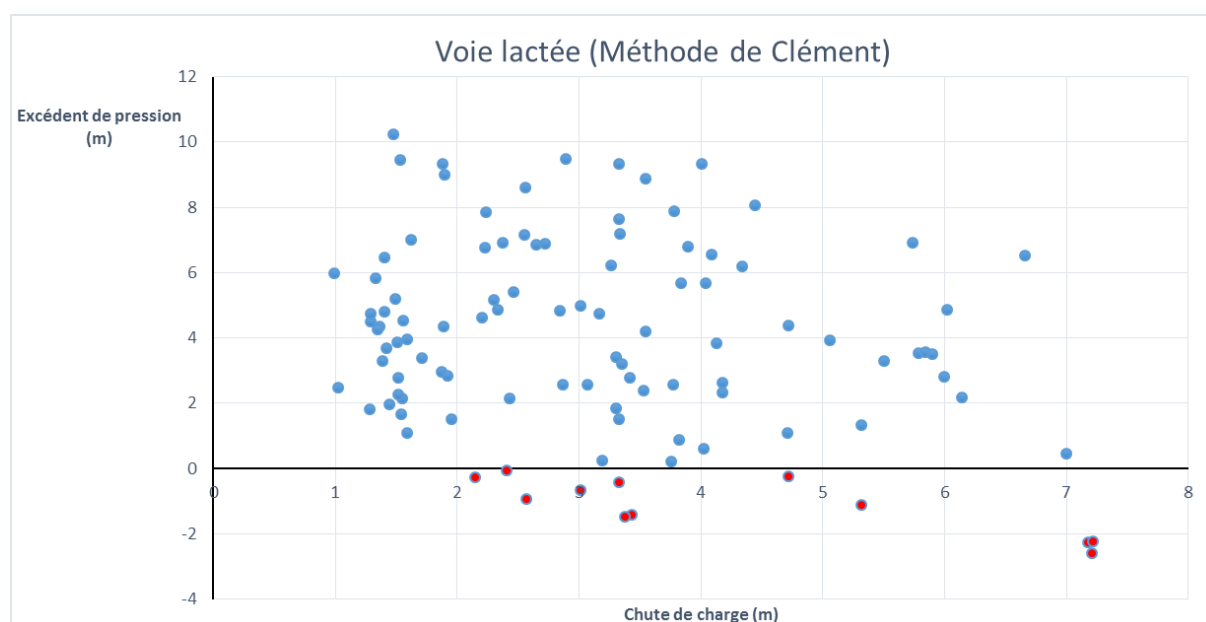


Figure 32 : Représentation visuelle du fonctionnement actuel du réseau

Lors de cette simulation, le débit de pointe sortant du réservoir est de 111 l/s, soit 1.1 fois le débit de la station de pompage. On remarque que l'ensemble des canalisations ont été correctement dimensionnées sur l'adduction principale pour la période de pointe du réseau.

Par ailleurs, en s'intéressant aux pressions disponibles, près de 90% des bornes du périmètre présentent des conditions piézométriques satisfaisantes, soit une pression minimale de 10 mCE.

Les infrastructures seraient ainsi capables de fournir en eau une grande majorité des agriculteurs lorsque la demande eau est élevée avec un débit d'équipement des bornes de 6 l/s.

4.4.4.4 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU

En respectant le débit fixé de 6 l/s en sortie de borne ainsi que les tours d'eau, on observe que le périmètre irrigué de Sousse Zaouiet serait quasiment desservi avec une pression minimale de 10 mCE.

Cependant, **de nombreuses bornes ne possèdent plus de limiteur de débit**, elles fonctionnent à plein régime avec un débit continu de 16 l/s. Dans ces conditions, le périmètre irrigué n'est plus desservi correctement, seul 3 secteurs peuvent alors distribuer de l'eau à une pression suffisante. Ce phénomène traduit également une baisse considérable de la ressource en eau du bassin stockage, ce dernier se retrouvant souvent à moitié rempli notamment lors de la période de restriction électrique limitant ainsi le fonctionnement de la station de pompage.

Par ailleurs, une seconde simulation a été réalisée afin de connaître les performances du périmètre lorsque l'ensemble des bornes sont réquisitionnées pour couvrir le besoin des cultures avec une irrigation optimisée. Le résultat de cette simulation souligne que la grande majorité des bornes (90 %) disposent d'une pression satisfaisante pour alimenter en eau les 14 secteurs.

Le périmètre irrigué de Sousse Zaouiet est donc bien dimensionné pour les périodes de pointe. Le bassin de stockage peut distribuer de l'eau gravitairement dans l'ensemble des 14 secteurs avec une pression suffisante. Toutefois, les **pratiques** actuelles d'irrigations (submersion) ainsi que la **dégradation** du réseau (vandalisme) conduisent à une **grosse consommation en eau**. Les conséquences sont une baisse rapide du volume d'eau du réservoir ainsi qu'une répartition inégale des pressions au niveau de chaque secteur d'irrigation.

La superficie maximale irrigable dépend des spéculations pratiquées et des besoins en eau respectifs : pour un débit journalier de 10 000 m³/j (production actuelle de la STEP de Sousse Sud depuis la mise en service de Sousse Hamdoun) et une durée d'irrigation de 16h, la superficie maximale irrigable en mois de pointe (juillet) est de 70 ha de sorgho, à comparer avec les 157 ha irrigués chaque année ; il convient donc d'ajuster les productions agricoles aux volumes disponibles.

4.4.5 EFFICIENCE DU RESEAU D'IRRIGATION

Tableau 15 : Evolution de l'efficience du réseau de distribution PPI ZS

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Volumes pompés	1162405	1436160	1014610	1151830	954063	419420	487500
Volumes distribués	700836	903590	725730	720655	697703	210336	393530
efficience	%60	%63	%72	%63	%73	%50	%81

Source : rapport d'exploitation PPI Zaouiet Sousse

Ces chiffres qui sont issus des rapports annuels d'exploitation du PPI de Zaouiet Sousse sont à prendre avec précaution compte-tenu de l'incertitude liée aux débitmètres équipant la station de pompage.

On note que les actions de réhabilitation ont permis en 2018 ont encouragé les agriculteurs à maximiser l'utilisation des volumes d'eau disponible donc à intensifier, ce qui a amélioré l'efficience. En 2019, les chiffres (que nous n'avons pas obtenus) seront moins bons compte tenu de la panne de la station de pompage pendant la saison d'irrigation.

4.4.6 IRRIGATION A LA PARCELLE

Aujourd'hui il n'existe sur le PI de Zaouiet Sousse qu'une seule forme d'irrigation : **gravitaire, à la raie**, au niveau des petites parcelles intercalaires entre les oliviers. L'agriculteur, ses ouvriers ou des membres de la famille interviennent directement à la bêche pour former et détruire des billons de terre afin de déplacer la lame d'eau.

La production ciblée par ces apports d'eau est celle du **fourrage**, mais les **oliviers** en profitent également, comme le démontre les rendements largement supérieurs aux oliviers cultivés en sec aux alentours.



Figure 33 : Irrigation gravitaire traditionnelle à la raie sur le PI de Zaouïet Sousse

Cette pratique est :

- consommatrice de **main d'œuvre**
- très imprécise au niveau des **doses** d'irrigation apportées
- risquée d'un point de vue **sanitaire** pour les personnes qui interviennent

D'un point de vue de la gestion collective de l'eau c'est un **gaspillage**.

Qui plus est, au niveau environnemental, l'excès d'eau entraîne un drainage trop important, qui peut occasionner une remontée de nappe et des phénomènes **d'hydromorphie**, toxiques pour les cultures. C'est ce qui a été observé à plusieurs reprises dans le périmètre (Cf. historique établie à partir des ateliers participatifs). La présence de réseaux de drainage, implantés partiellement en 2005 et complétés en 2016, est une nécessité, à plus forte raison avec ce type de pratiques.



Figure 34 : Oliviers morts, résultat de l'hydromorphie sur Zaouïet Sousse

4.4.7 INCIDENCES SUR LES MILIEUX AQUATIQUES

On peut considérer deux incidences du système STEP Sousse Sud / PI REUT sur les milieux aquatiques :

- sur la **sebkha de Sousse, le devenir des eaux excédentaires produites par la STEP**, qui avant 2018 rejoignaient l'oued El Halouf (exutoire abandonné suite à une décision du gouverneur pour des raisons de pollution), et depuis cette date sont dirigées directement vers la sebkha via un trop de la station de pompage alimentant le PI
- sur l'**aquifère M'Saken, l'infiltration de la fraction des eaux d'irrigation** qui dépasse la capacité de réserve en eau du sol, ce qui représente une proportion importante

compte-tenu du type d'irrigation gravitaire à la raie pratiqué sur le PI, et qui a induit d'ailleurs par endroit le phénomène de nappe perchée et d'hydromorphie évoqué précédemment

A ce jour, les suivis environnementaux sont très limités, puisqu'ils se bornent à des mesures piézométriques ponctuelles sur quelques puits présents au sein du périmètre irrigué, accompagnés de mesures de salinité et conductivité.

Le suivi démontre la recharge artificielle de la nappe par les EUT, qui sont d'ailleurs moins salées que l'aquifère dans son état actuel.

4.5 FILIERES AGRICOLES

4.5.1 PRESENTATION DE L'ANALYSE FILIERES

Dans le cadre de projets de développement agricole, les **analyses filières** permettent de **reconstituer les flux de matière entre l'amont et l'aval d'une production** et donc d'inclure dans la réflexion aussi bien les questions d'approvisionnement et les difficultés qu'il peut engendrer, que la commercialisation des produits. Ces deux aspects permettent d'explicitier les flux financiers entre maillons de la filière, la répartition de la valeur ajoutée entre acteurs et ainsi d'évaluer la performance économique globale de l'ensemble de la chaîne de production, de l'amont à l'aval, pour une production donnée.

L'étude des exploitations agricoles permet de compléter cette vision au niveau de l'interface entre l'amont et l'aval.

Les principales filières identifiées à Zaouïet sont :

- L'huile d'olive
- La production laitière
- La production fourragère essentiellement autoconsommée pour la production laitière

L'analyse filière se structure alors de la façon suivante :

- Présentation des caractéristiques des exploitations agricoles du PI
- Présentation du fonctionnement actuel des principales filières et des contraintes identifiées
- Propositions d'actions pour les contraintes identifiées

4.5.2 CARACTERISATION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DU PI

Les enquêtes agricoles nous permettent de dresser un portrait-type des exploitations agricoles du périmètre irrigué de Zaouiet Sousse.

Sur les 77 agriculteurs interviewés, 14 sont des femmes et 63 des hommes.

La moyenne d'âge est de 55 ans avec des exploitants dont l'âge est compris entre 28 et 95 ans. Le niveau d'instruction des agriculteurs est plutôt élevé comme constaté dans le graphique ci-dessous : 50% des agriculteurs ont atteint le collège et 20% ont fait des études supérieures. Le taux d'analphabétisme est de 16 %.

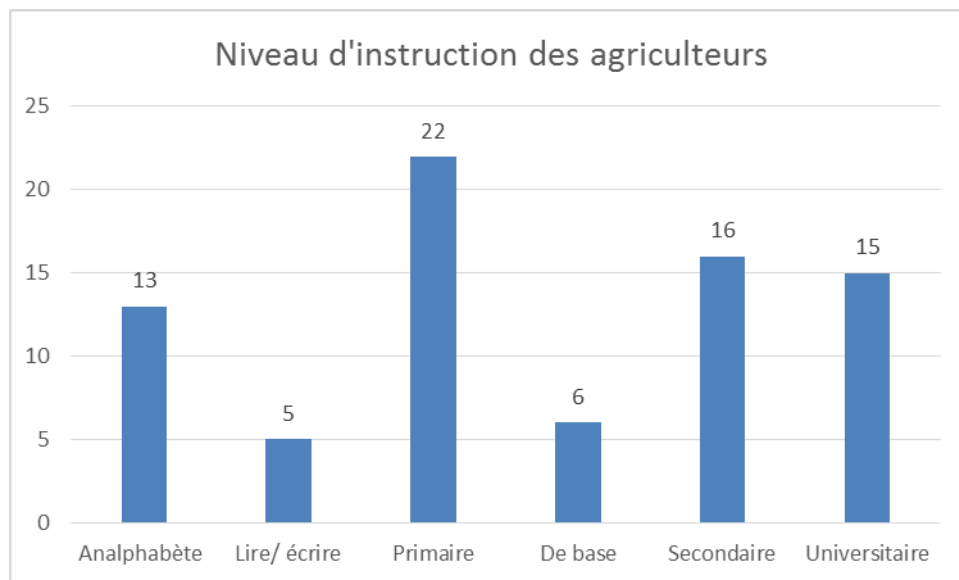


Figure 35 : Nombre d'agriculteurs suivant leur niveau d'éducation. Source : enquête SCP

Sur 77 agriculteurs, 67 sont propriétaires, 6 sont locataires et disposent d'un contrat et 4 sont locataires mais ne disposent pas de contrats.

L'agriculture est la source principale de revenus pour 34 agriculteurs contre 43 qui la pratiquent à titre secondaire. Sur les 43 qui ne sont pas agriculteurs à titre principal, 21 sont fonctionnaires, 9 possèdent un métier libéral et 13 ont un métier « autre ».

Les exploitations sont globalement de petite taille, la moyenne de surface est de 2,6 ha avec un écart-type de 4,9, un maxima à 37 ha et un minima à 0,08 ha. 56 exploitations, soit presque les $\frac{3}{4}$ des exploitations présentent des surfaces inférieures à la moyenne tandis que seules 6 exploitations soit 8 % présentent des surfaces supérieures à 6 ha.

Les exploitations sont constituées en moyenne de 2 à 3 parcelles, ce qui signifie que, à **l'échelle des exploitations**, le phénomène de morcellement est faible, le morcellement désignant ici le phénomène de dispersion des exploitations en de nombreuses parcelles.

Le graphique ci-dessous montre le nombre de parcelles par rapport à la surface totale des exploitations agricoles. Il met en évidence que plus les exploitations sont grandes, et plus elles sont constituées de nombreuses parcelles, signe d'une plus grande dispersion et d'un plus grand morcellement.

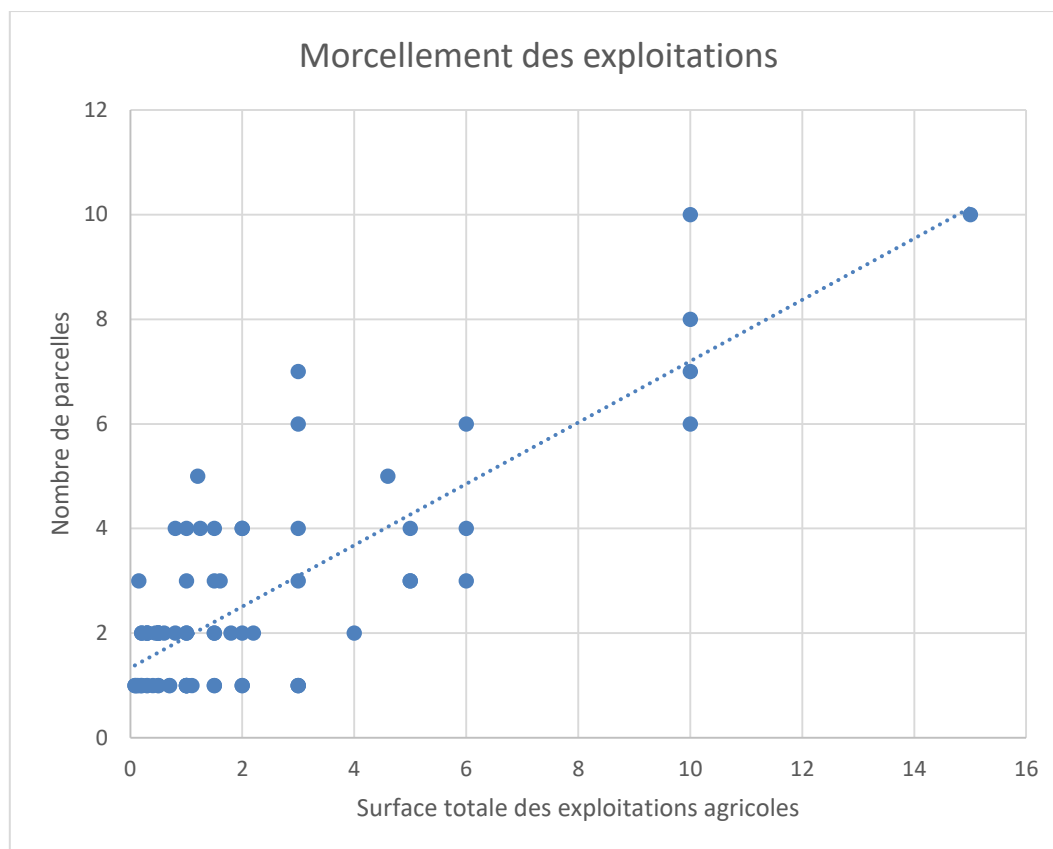


Figure 36 : Morcellement des exploitations agricoles. Source : enquêtes SCP.

A l'échelle des parcelles, le morcellement désigne la faible taille de chacune des parcelles. Le graphique ci-dessous montre la taille moyenne des parcelles en ha représentées en fonction de la taille de l'exploitation. Ce graphique met en évidence que de manière générale, plus l'exploitation est grande, et plus les parcelles sont de grande taille, mais ce phénomène n'est pas flagrant comme le montrent les nombreux points au-dessus de la ligne de régression.

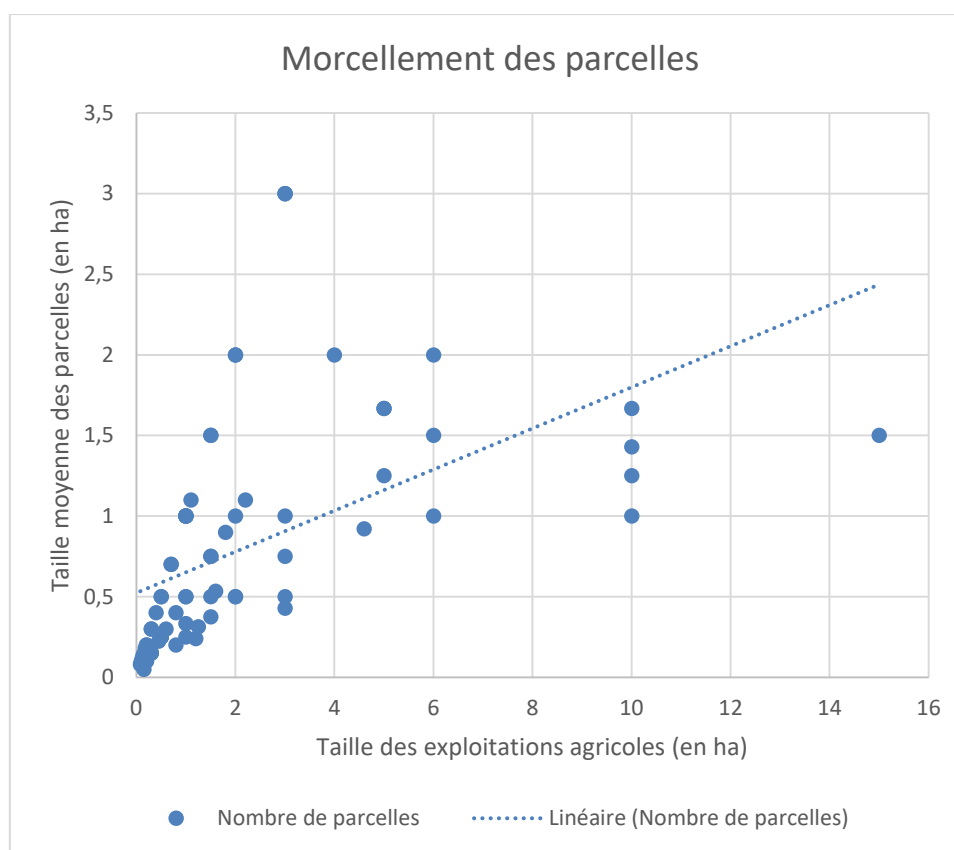


Figure 37 : Morcellement parcellaire. Source enquêtes SCP

La superficie irrigable du PI de Zaouiet Sousse est de 257 ha, dont les 2/3 sont déclarés comme irrigués.

Ceci est lié aux difficultés d'exploitation du périmètre rencontrées par les agriculteurs qui ne disposent de l'eau d'irrigation lorsqu'ils en ont besoin.

L'enquête révèle également que 38 agriculteurs ont un capital bovin de **race pure** pour la **production de lait**. L'**effectif total** par agriculteur est compris entre 1 et 17 têtes, le **nombre de mères** est compris entre 1 et 10 têtes.

Sur les 38, 26 agriculteurs possèdent des **bovins** destinés à **l'engraissement** avec un prix de vente se situant autour de 4 000 DNT le veau généralement vendu en boucherie.

La production d'ovins concerne 39 agriculteurs dont une partie élève aussi des vaches laitières.

En termes de travail familial, seules 67 exploitations font appel à de la main d'œuvre familiale contre 50 exploitations qui font appel à de la main d'œuvre salariée.

En termes de projets d'avenir, 11 exploitations sur les 50 ayant répondu à la question ne sont pas dans une dynamique d'investissement dans le périmètre irrigué, en revanche 24 exploitants sont très **motivés pour investir dans l'élevage à condition qu'il ne s'agisse pas de race Holstein** car celle-ci est trop exigeante en termes d'alimentation et coûte cher et 15 exploitants souhaitent s'agrandir et pour certains planter des oliviers ou des arbres fruitiers.

La proportion des agriculteurs souhaitant **réinvestir dans l'élevage** est très importante et constitue un atout pour le périmètre irrigué.

4.5.3 FONCTIONNEMENT GLOBAL DES PRODUCTIONS ET IDENTIFICATION DES PRINCIPALES CONTRAINTES ET POINTS FORTS

Sur 77 enquêtes, 2 n'ont pas pu être menées jusqu'au bout faute de disponibilité des agriculteurs c'est pourquoi à partir de cette rubrique nous considérons qu'il n'y a que 75 exploitations au total.

Les exploitations agricoles du périmètre irrigué de Zaouiet Sousse sont moins spécialisées que ce que l'on peut observer dans le périmètre de Dkhila :

- Plus de la moitié des exploitations s'appuie sur deux piliers, l'oléiculture et l'élevage
- Plus d'un tiers ne s'appuie que sur l'oléiculture et
- Seulement 9 % soit 7 exploitations, ne s'appuient que sur de l'élevage dont 5 en ovins et 2 en bovins et 2 en ovins seulement

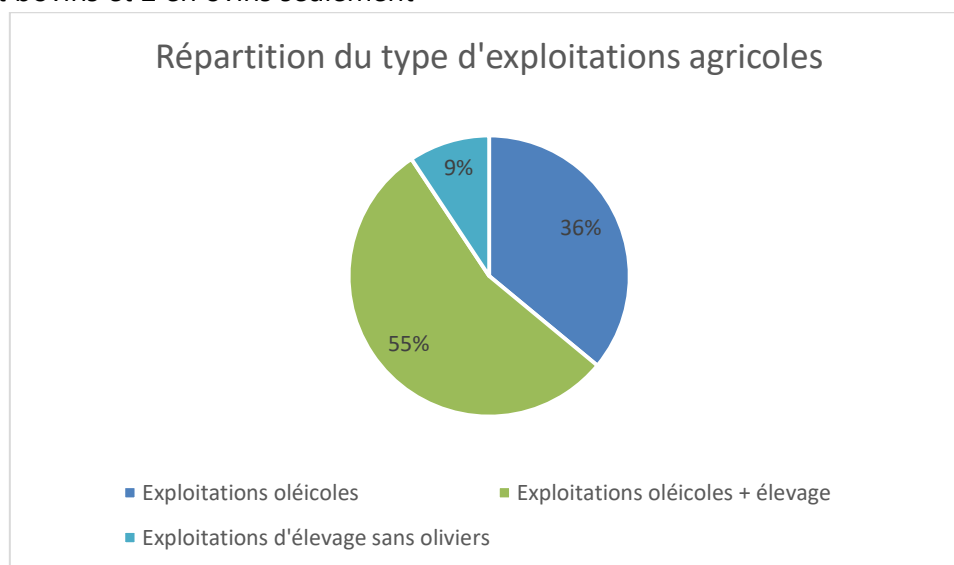


Figure 38 : Répartition du type d'exploitations agricoles

Sur 75 exploitations, 68 cultivent des oliviers et 48, soit les 2/3 des exploitations enquêtées, possèdent un cheptel parmi lesquelles 23 possèdent des ovins et des bovins, 17 possèdent des ovins exclusivement et 8 des bovins exclusivement.

Les 7 exploitations tournées vers l'élevage et ne cultivant pas d'oliviers sont toutes irriguées et produisent de l'avoine, du bersim et du sorgho fourrager à destination des ateliers d'élevage.

Il existe un potentiel pour **produire les aliments du bétail** à moindre coût localement, car aujourd'hui la production ne suffit pas à couvrir les besoins du cheptel. L'alimentation repose alors pour une partie des besoins sur des produits importés dont le coût s'est envolé ces dernières années.

Pour un total de 264 bovins élevés, 77 ha de fourrages sont cultivés d'après les données de l'enquête. Aussi, il y a un manque de surface fourragère estimé à 190 Ha.

⇒ L'insuffisance de la **production fourragère locale** a pour conséquence une augmentation des coûts de production significative pour les productions animales dont les résultats économiques sont plombés par les achats d'aliments.

En revanche, les éléments fertilisants produits par les animaux sont facilement valorisés dans les champs et l'eau de REUT étant chargée, la fertilisation des cultures se fait à moindre frais.

⇒ Aussi, seulement 4 exploitants présentent des dépenses liées à la **fertilisation des oliviers** (il s'agit d'oliviers en sec) sur les 67 qui produisent de l'huile d'olives.

Ce périmètre présente ainsi **un bon niveau d'intégration agriculture-élevage**.

4.5.4 FILIERES VEGETALES : CONTRAINTES ET POINTS FORTS

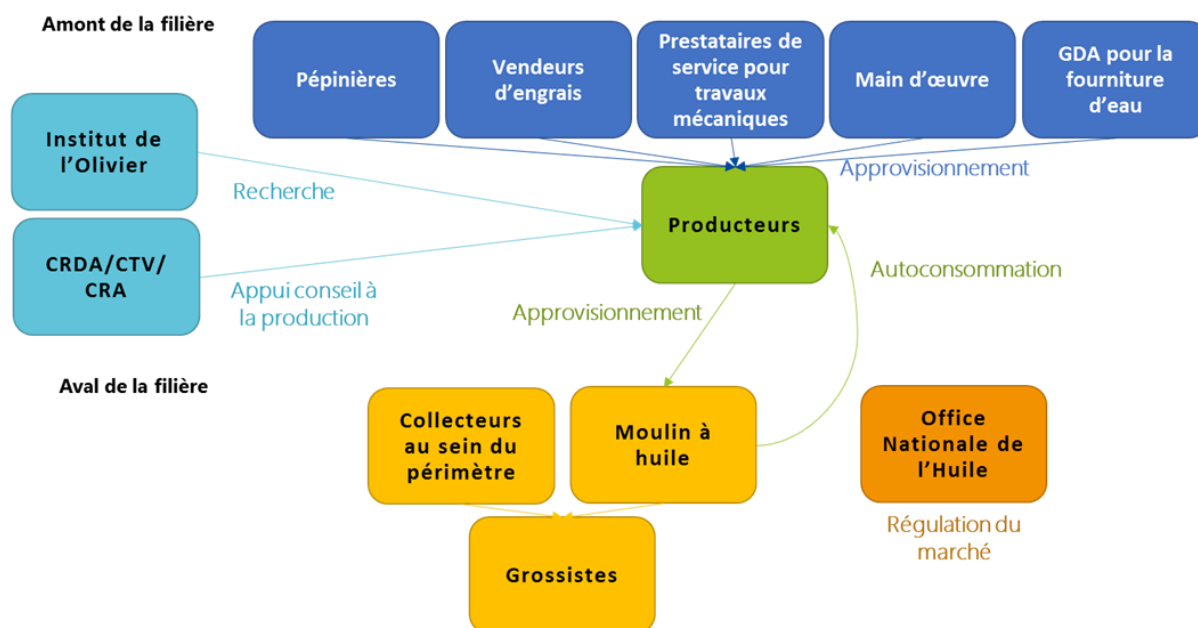
La principale production végétale déclarée aux enquêteurs est la **production d'oliviers pour l'huile d'olive** et la **production fourragère**. Le maraîchage n'existe pas sur ce PI REUT et les agriculteurs, conscients de la réglementation, n'ont pas mentionné la production maraîchère comme piste de développement pour l'avenir.

En ce qui concerne la production fourragère, vu les interactions entre agriculture et élevage, nous présenterons les données technico-économiques dans ce chapitre mais nous ferons également le lien dans le chapitre sur les productions animales.

La présentation ci-dessous sera donc divisée en deux parties : une présentant la filière oléicole de Zaouiet Soussse et une autre présentant les données disponibles sur la production fourragère.

4.5.4.1 LA FILIERE OLEICOLE

La filière oléicole est constituée des acteurs présentés dans le schéma suivant :



05/07 /2019

Figure 39 : Acteurs de la filière oléicole dans le futur périmètre irrigué de Zaouiet. Source : enquêtes SCP

Les calculs technico-économiques ont été réalisés pour tous les agriculteurs pour lesquels le jeu de données était complet soit 58 exploitations sur 68 ayant des oliviers.

Le calcul de rentabilité des oliviers, pour être réaliste, devrait être :

- Réalisé sur **l'ensemble du cycle** de l'oliveraie, de la plantation à l'arrachage de l'arbre
- Tenir compte, de ce fait, des phénomènes **d'alternance** dans les rendements

Ici, nous ne disposons que des données de **l'année 2018** ce **qui rend l'analyse extrêmement biaisée**, étant donné qu'il s'agit globalement d'une récolte allant de très mauvaise pour certains agriculteurs (rendement de zéro) à correcte voire bonne pour d'autres (25 tonnes par hectare pour les meilleurs rendements).

Aussi, nous avons décidé de faire une moyenne des rendements d'une mauvaise année avec ceux d'un rendement d'une bonne année. Pour la bonne année, nous avons pris un rendement standard estimé à 20 tonnes par hectare.

Dans les enquêtes, il y a également les agriculteurs qui n'ont pas donné d'estimation de rendement car ils **auto-consomment** la production d'huile. Ceci est vraiment dommageable pour l'analyse car ces oliveraies ont bien produit, mais simplement nous ne sommes pas en mesure d'estimer combien. Enfin, dans les calculs technico-économiques, pour les agriculteurs qui auto-consomment l'estimation du produit brut d'un point de vue économique (et non pas financier) est réalisée sur la base de la valorisation du prix d'achat auquel les agriculteurs auraient dû se procurer l'huile s'ils l'avaient achetée sur le marché.



Ce calcul est fictif d'un point de vue financier vu que la production de cette huile n'engendre pas d'entrée d'argent effective. Mais il a quand même une valeur

puisque'il s'agit d'une dépense en moins pour le foyer. En conclusion, les résultats de ces calculs sont alors à prendre avec une extrême précaution.

Des principaux indicateurs de calculs technico-économiques (**ANNEXE 4**), nous pouvons déduire :

- L'existence d'une **très grande variabilité des performances technico-économiques** qui va de 5 500 dinars par hectare à autour de 18 000 dinars par hectare soit un facteur 3,3 ; la médiane est à 10 000 dinars par hectare
- Les **performances par hectare ne sont pas corrélées à la surface** : comme le montre le graphique suivant, les exploitations les plus grandes ne sont pas forcément les plus performantes et les exploitations les plus petites ne sont pas non plus systématiquement les moins performantes
- **Les exploitations en sec n'ont que peu de coûts de production** et déclarent majoritairement le travail du sol comme principal coût de production : moyenne de 60 % des coûts totaux) contre 25 % en irrigué
- Par rapport à Dkhila, les résultats technico-économiques sont supérieurs car :
 - Les rendements semblent plus élevés à Zaouiet du fait notamment de l'accès à l'irrigation
 - Les coûts de production sont moindres du fait de l'utilisation d'eaux de REUT qui permettent aux exploitants d'économiser sur les engrais

L'analyse suivante s'attache à comprendre les coûts de production et identifie les contraintes permettant d'expliquer ces résultats. Les **principaux postes de consommation à l'amont de la filière** sont :

- Les pépinières pour l'approvisionnement en plants
- Les vendeurs d'engrais et de produits agricoles de manière générale, même si pour la production d'olives les produits phytos et les engrais ne sont que peu utilisés dans cette zone
- La prestation de services pour la réalisation de travaux mécanisés, essentiellement le labour
- La main d'œuvre pour tous les travaux agricoles mais principalement pour les travaux de récolte, la main d'œuvre familiale est mobilisée uniquement pour la récolte

Les **pépinières** proposent des plants essentiellement locaux, bien adaptés aux conditions pédo-climatiques et qui donnent satisfactions aux producteurs. Les pépinières proposent également des plants d'importation mais les producteurs de Zaouiet se tournent essentiellement sur les plants tunisiens. L'approvisionnement ne présente pas d'enjeu majeur pour cette filière actuellement.

En termes **d'intrants**, les producteurs n'achètent pratiquement rien si ce n'est du fumier de temps en temps. D'après les données du CRDA, les pratiques de fumure consistent en une remorque par hectare soit 3 tonnes épandus par hectare. Ceci représente un coût de 150 DNT et la fumure provient des éleveurs voisins. Ce poste de consommation est déjà réduit pratiquement au maximum.

Les **travaux moto-mécanisés** (labour et transport des olives, du fumier, etc.) représentent entre 30 % et 100 % des coûts de production. Ces coûts sont optimisés dans le sens où les agriculteurs ne possèdent pas individuellement des tracteurs ce qui serait un vrai non-sens économique. En revanche, une intégration plus forte agriculture/élevage pourrait réduire ces coûts si les travaux étaient effectués par la traction animale pour les parcelles de très petite taille. Néanmoins, en termes d'image, de culture agricole et en termes de temps de transport, ceci semble difficilement envisageable à l'heure actuelle.

En termes **d'accompagnement à la production**, les agriculteurs bénéficient de l'appui de l'Institut de l'Olivier ainsi que de l'Office National de l'Huile. L'institut de l'olivier est en charge de la recherche sur l'amélioration de la production. Des formations sont dispensées, des brochures éditées. Leur existence est un pas en avant et une grande opportunité pour le développement de la filière. Néanmoins, la communication plus large des informations est extrêmement limitée et les agriculteurs ont peu d'occasions d'échanger sur leurs problématiques.

A l'aval de la filière, il est difficile d'avoir une vision claire de ce que deviennent les olives vu que l'année 2018 a été une mauvaise année en termes de récolte ce qui a engendré soit pas de récolte, soit une récolte totalement autoconsommée. A ce stade, la seule chose qu'il est possible de dire c'est qu'au moins 11 producteurs approvisionnent des **collecteurs** et des **huileries**.

Les oléiculteurs apportent leurs olives au moulin à huile. Les **moulins à huile** sont essentiellement privés. Ils sont en charge de la trituration des olives, du stockage, ils achètent une partie de la production ou se rémunèrent en prélevant une partie de l'huile transformée aux producteurs. Ils jouent également le rôle d'intermédiaires auprès de grossistes qui achètent de l'huile. Ils font également des avances de trésorerie dans une stratégie de fidélisation des agriculteurs car la concurrence par rapport à d'autres huileries est forte.

Comme pour Dkhila, en termes de **traçabilité**, celle-ci est assurée à l'aide de **marquage des cageots et des barils d'huile**. Cette obligation de séparer les provenances des caisses suivant les agriculteurs entraîne une perte de 20-25 % du rendement. Néanmoins, pour la transformation les machines ont besoin d'une amorce minimale de 200 à 230 kg d'olives. L'huile ainsi produite n'est donc pas à 100 % celle d'un agriculteur donné mais sur une production de 4 tonnes elle représente 5 % « d'impuretés » ou en tout cas d'huiles qui viennent d'ailleurs.

Le **paiement de l'huile** s'effectue suivant la **qualité organoleptique**. Les tests de type sanitaires permettent d'éliminer les huiles qui ne passent pas les seuils de qualité. Si l'huile passe le test, elle est achetée. En cas d'achat, des tests de qualité organoleptique sont conduits pour déterminer si l'huile est extra vierge, vierge ou lampante. Les prix aux oléiculteurs dépendent de cette qualité.

Une fois que l'huile est achetée, elle est mélangée aux autres et **la traçabilité se perd**. Il est alors impossible de déterminer les huiles provenant d'un périmètre ayant utilisé de l'eau usée traitée pour l'irrigation.

La filière ne prend pas de précautions particulières pour les huiles issues d'eau de REUT. Si les huiles passent les tests sanitaires les acteurs estiment ne pas avoir de raisons d'être méfiants vis-à-vis de cette huile.

Cette attitude semble saine au premier abord. L'ONH, le CRDA de Sousse et l'Institut de l'Olivier mènent conjointement une étude pour déterminer si les eaux de REUT ont une influence sur la qualité des huiles d'olives produites. Il sera alors intéressant de communiquer auprès du grand public sur les constats qui pourront en être tirés

4.5.4.2 LA PRODUCTION FOURRAGERE

La production fourragère se fait majoritairement en association avec les plantations d'oliviers.



Figure 40 : Oliveraie et production fourragère intercalaire sur le PI Zaouïet Sousse (Source : SCP)

Sur une surface donnée, les coûts sont alors répercutés entre la production d'olives et la production fourragère pour :

- Le travail du sol
- L'irrigation

Habituellement, la fertilisation peut aussi être mutualisée sauf que dans ce périmètre, les eaux chargées permettent d'économiser des fertilisants qui coûtent cher.

Si l'écartement des oliviers le permet, ce système est plus efficace économiquement comme le démontre le schéma ci-dessous.

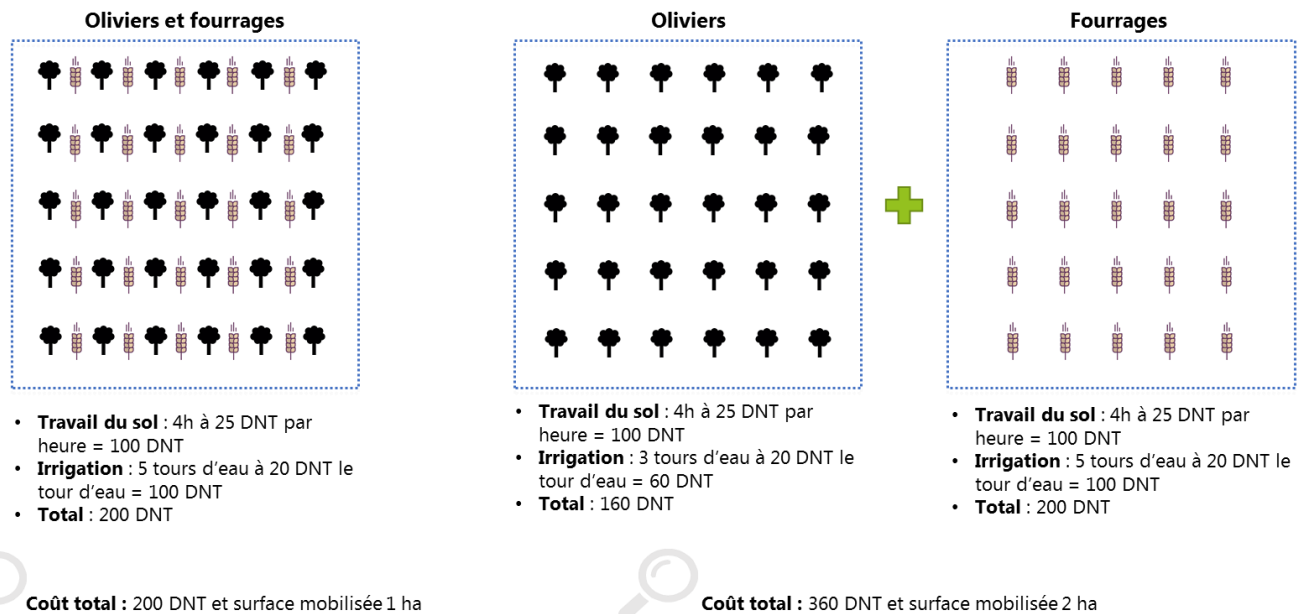


Figure 41 : Comparaison de l'efficacité technico-économique de l'association de cultures oliviers et fourrages. Source : SCP

En termes de comparaison de **l'efficacité technico-économique des systèmes les systèmes associés** présentent un avantage double : ils permettent de diminuer les coûts tout en mobilisant moins de surface.

Ces résultats sont à nuancer car :

- Les rendements peuvent être un peu moindre ou de moins bonne qualité pour l'huile d'olive si les oliviers sont trop irrigués,
- Le travail du sol ou l'ensemencement peuvent être plus longs du fait de la présence d'arbres au milieu de la parcelle

Néanmoins, le **bilan reste positif pour l'association de culture oliveraie / culture fourragère** intercalaire.

Sur 75 agriculteurs ayant répondu au questionnaire pratiquement jusqu'au bout, 29 cultivent de l'avoine, 17 du sorgho, 4 de l'orge et 5 du bersim et 4 de la luzerne. Le graphique ci-dessous présente une synthèse des surfaces et du nombre d'exploitants pratiquant chacune des cultures fourragères recensées dans l'enquête.

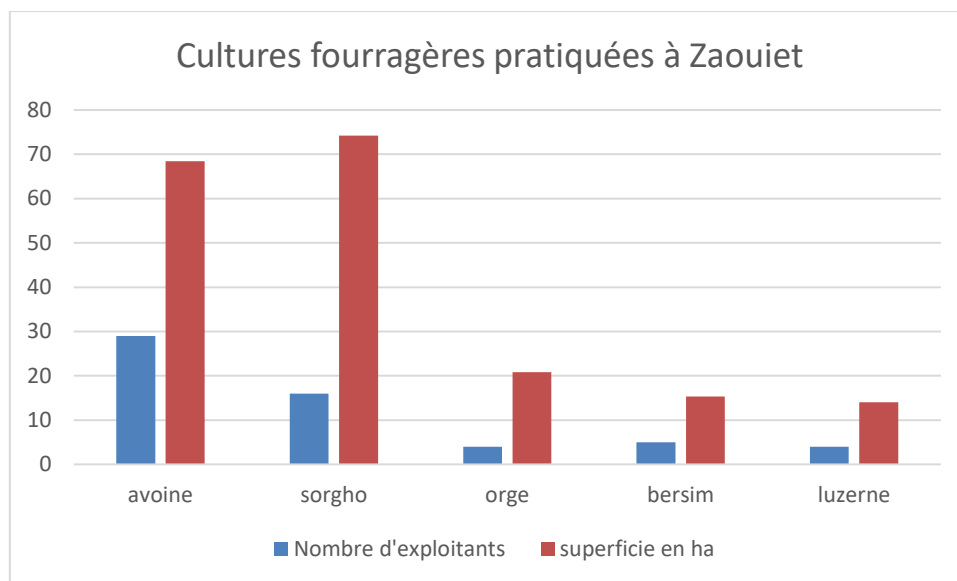


Figure 42 : Cultures fourragères pratiquées, sur 75 agriculteurs enquêtés en décembre 2019

Pour le traitement des données, les résultats technico-économiques par culture ne sont pas reconstitués dans leur ensemble car **les fourrages sont autoconsommés**. Une valorisation économique aurait pu être faite si nous avions estimé le prix auquel l'agriculteur aurait dû acheter la production pour calculer le produit brut, mais en l'occurrence nous avons préféré retrancher les coûts que représentent la production de fourrages au produit brut de l'élevage car c'est bien là la finalité de cette production.

Lorsque les exploitations étaient exclusivement tournées vers l'élevage ovin ou bovin, les coûts de production des fourrages ont été affectés à l'une ou l'autre production d'élevage. Lorsque l'exploitation produit les deux, ovins et bovins, les coûts liés aux fourrages sont répartis au prorata du nombre d'UGB total de chaque atelier d'élevage avec un coefficient 0,15 pour les ovins.

4.5.5 FILIERES ANIMALES : CONTRAINTES ET POINTS FORTS

4.5.5.1 LA FILIERE BOVINE

La filière laitière est constituée des acteurs présentés dans le schéma suivant :

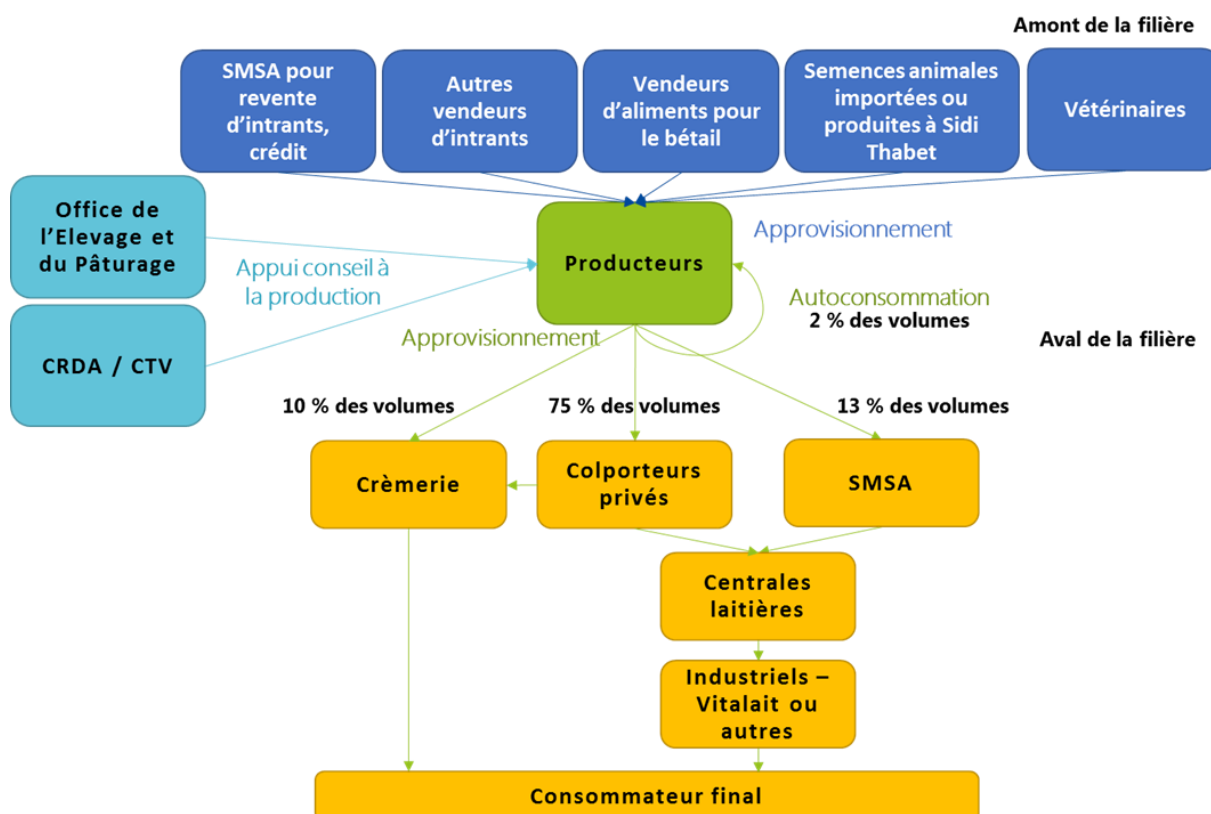


Figure 43 : Acteurs de la filière laitière dans le périmètre irrigué de Zaouiet Sousse. Source : SCP

Contrairement au cas de Mahdia Dkhila, les éleveurs de Zaouiet Sousse ne sont pas ou peu organisés en coopératives laitières.

En termes de volumes :

- 2 % des volumes produits sont **autoconsommés**,
- 10 % sont vendus à des **crèmeries en circuit-court**
- 75 % passent par des **colporteurs privés** travaillant pour les centrales laitières
- il existe une ou deux **SMSA** qui collectent le lait mais en termes de volume seulement 13 % passent par cette voie-là.

Les SMSA, comme les colporteurs privés, revendent aux centrales laitières qui fournissent les industriels dont Vitalait mais pas exclusivement.

La majorité des volumes est donc écoulee par **colporteurs privés**. Par rapport aux SMSA, mes colporteurs présentent les avantages d'offrir un service de collecte d'une rapidité à toute épreuve et une souplesse dans l'organisation du travail des éleveurs car il suffit de les appeler pour qu'il se déplace. Au contraire, les SMSA ont des jours et horaires de collecte mais qui sont approximatifs et lorsque l'éleveur n'est pas sur place, ceux-ci n'attendent pas et continuent leur tournée, le laissant avec la production sur les bras. Pour l'agriculteur l'économie est surtout en temps, en sécurité d'approvisionnement et **en prise de risque** car si la SMSA ne ramasse pas le lait en temps voulu, la perte est pour lui. Au niveau des prix, les colporteurs payent moins cher que la SMSA mais leur paiement est plus régulier ce qui permet de faire face aux problèmes de trésorerie.

Une **meilleure offre de service de la SMSA** pourrait permettre aux éleveurs une meilleure rémunération si la question de la prise de risque est mieux prise en compte et si le paiement se fait de manière plus régulière.

La proximité avec la ville de Sousse a permis en parallèle un développement d'un **circuit court** qui représente aujourd'hui 10% des volumes.

Le développement de ces circuits-courts présente de nombreux avantages :

- **l'agriculteur** peut bénéficier d'un prix d'achat au litre plus élevé et surtout d'une rapidité de collecte à toute épreuve car il lui suffit d'appeler le colporteur pour qu'il se déplace
- tandis que **le consommateur** paye son lait moins cher au litre mais bénéficie d'un lait entier à partir duquel il extrait lui-même la crème et le beurre.

L'économie pour le consommateur est donc bien double, non seulement le litre de lait coûte moins cher mais en plus il peut bénéficier de produits qui ne lui coûteront que son « temps de travail » pour l'extraction à partir du lait entier.

L'économie pour le consommateur est donc bien double, non seulement le litre de lait coûte moins cher mais en plus il peut bénéficier de produits qui ne lui coûteront que son « temps de travail » pour l'extraction à partir du lait entier.

Les circuits-courts laitiers ont donc permis la mise en place d'une **situation gagnant-gagnant** pour agriculteurs et consommateur sur le plan économique

En revanche, cette situation présente **moins de garanties sanitaires** que le circuit passant par les industriels.

Le nombre d'éleveurs de bovins ou bovins-ovins sur 77 exploitations est de 31. Il est fort probable que certains éleveurs aient dû décapitaliser lors de la crise économique de flambée des prix des aliments concentrés en 2018 et qu'aujourd'hui ils n'aient toujours pas eu les moyens de racheter du bétail.

Dans les **projets d'avenir**, la moitié des agriculteurs ayant répondu à la question souhaite **racheter du bétail bovin et ovin**.

Le détail des calculs technico-économiques pour les 30 exploitations ayant des vaches laitières fait ressortir pour l'interprétation la prépondérance de trois indicateurs majeurs :

- La valeur ajoutée brute ramenée par tête de bétail
- Le pourcentage du coût de l'alimentation sur le produit brut
- Le pourcentage du coût des fourrages sur le coût total

Afin de faciliter la lecture, deux de ces indicateurs sont présentés dans le graphique ci-dessous.

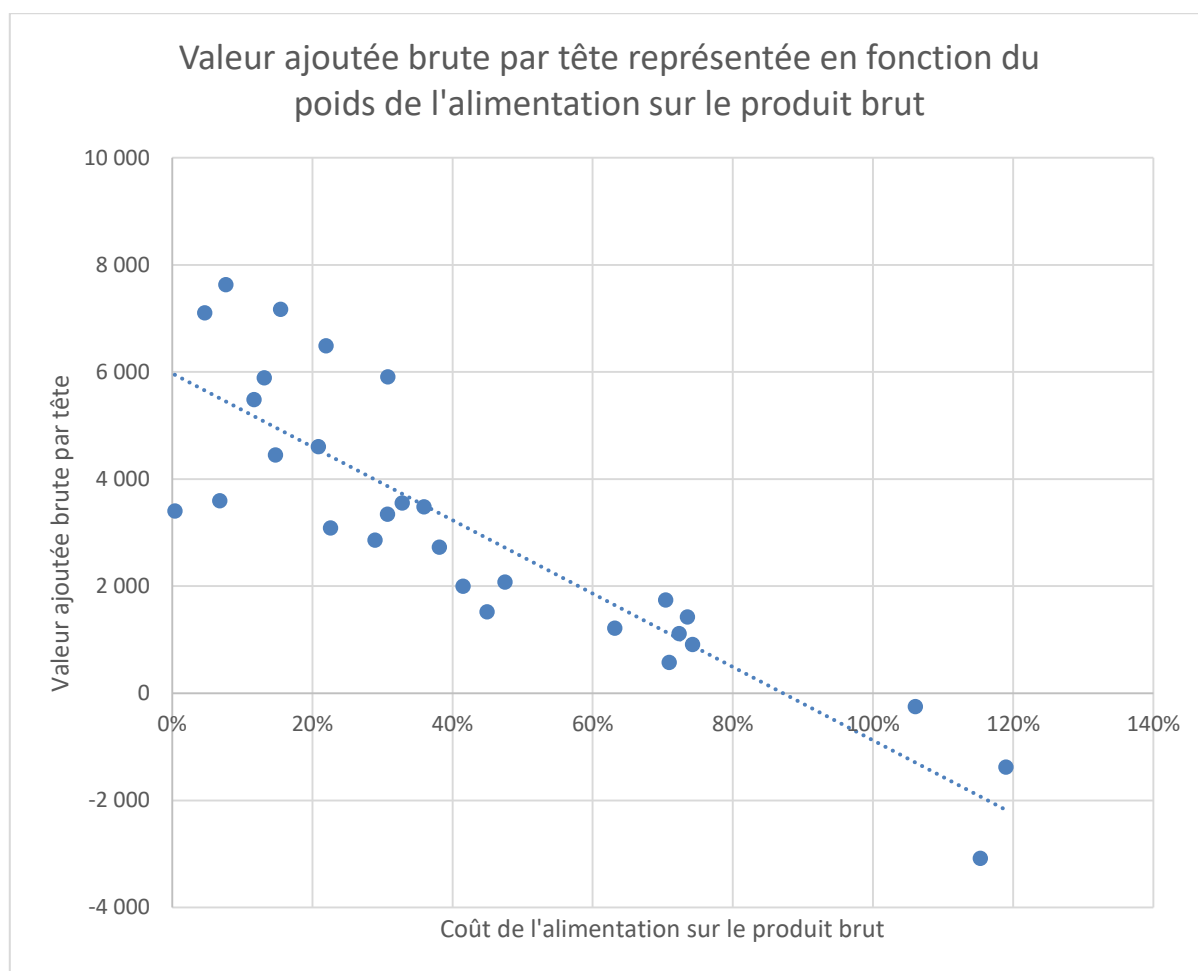


Figure 44 : Valeur ajoutée brute par tête en fonction du pourcentage de l'alimentation sur le produit brut. Source : enquêtes SCP

Le graphique ci-dessus montre qu'il existe une **corrélation**, non pas au sens statistique du terme mais de manière qualitative, entre **le poids que représente le coût de l'alimentation et la performance économique des exploitations**.

En effet, le coût de l'alimentation est le premier poste de dépense en élevage bovin et plus ce poste est important, moins les exploitations agricoles sont performantes d'un point de vue économique. Il s'agit là de la principale contrainte des systèmes de production de bovins. La performance des exploitations bovines est grandement dépendante des importations.

La comparaison avec les exploitations laitières de Dkhila est intéressante même si cette comparaison n'est pas forcément pertinente du point de vue statistique du fait des tailles d'échantillon qui ne sont pas du tout équivalentes.

Seules 4 exploitations sur 30 présentent des valeurs ajoutées négatives contre 4 exploitations sur 6 pour Dkhila. De plus, l'exploitation la moins performante de Zaouiet est 2,6 fois plus performante que la moins performante des exploitations de Dkhila. L'exploitation la plus performante de Zaouiet est 5 fois plus performante que l'exploitation la plus performante de Dkhila.

Force est de constater que les valeurs ajoutées brutes par tête des exploitations de Zaouiet Soussse sont plus élevées et ceci est directement lié à la possibilité de produire du fourrage sur place.

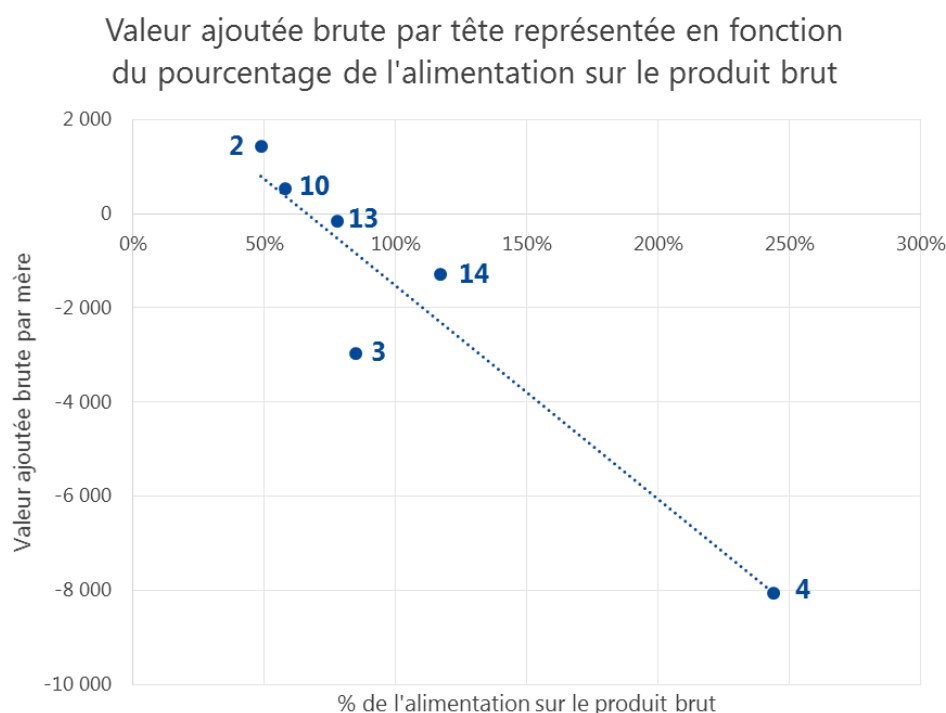


Figure 45 : Pour rappel les résultats pour les exploitations du périmètre de Dkhila. Source : enquêtes SCP

Si les résultats technico-économiques ne sont pas non plus brillants puisqu'au maximum les agriculteurs ne sont que 14 à pouvoir dégager une valeur ajoutée brute de plus de 1000 DNT par mois, ces résultats sont toutefois très honorables.



Attention, comme leur nom l'indique, ce ne sont que des valeurs ajoutées brutes auxquelles doivent être retranchés les coûts liés à la dépréciation du matériel possédé en propre et les de structure tels que les loyers pour les locataires formels ou informels, le coût des crédits, etc. Il ne s'agit en aucun cas de revenus mensuels à ce stade.

Le graphique suivant explore la relation entre la production de fourrages pour l'autoconsommation et la performance technico-économique des élevages. Il met en évidence la tendance qui est que :

- Plus l'agriculteur dépense pour la production de ses fourrages (plus le poids de la production de fourrages est important par rapport aux coûts totaux), et plus la valeur ajoutée par tête est importante.

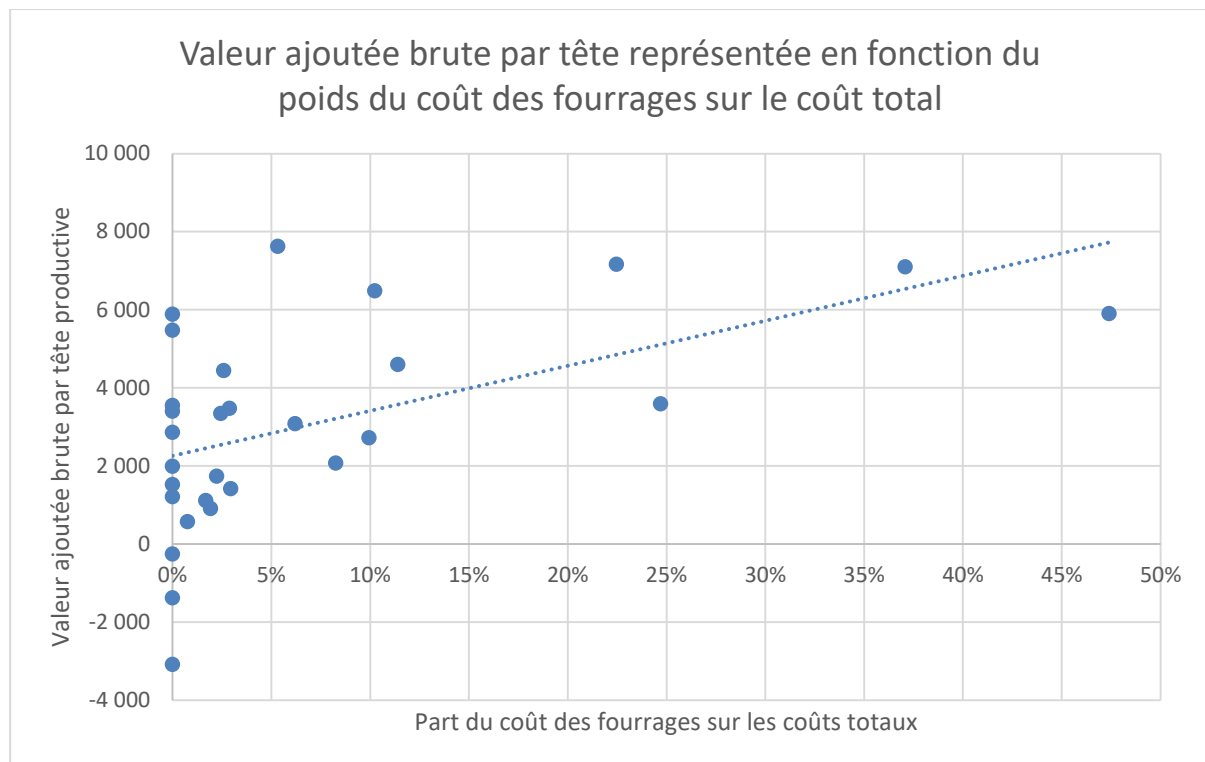


Figure 46 : Valeur ajoutée brute par tête représentée suivant le coût des fourrages sur le coût de production total.
Source : enquêtes SCP.

L'action publique pourrait alors se concentrer sur :

- i. Le **développement de davantage de fourrages localement** qui pourrait permettre de réduire les importations notamment d'aliments et qui améliorerait la performance globale des exploitations.
- ii. Le **développement de la production de races mixtes laitières et viande locale**, comme souhaité par certains éleveurs ce qui devrait permettre de répondre à plusieurs objectifs :
 - Améliorer le produit brut des ventes liées à la viande
 - Améliorer la rusticité des animaux et donc leur adaptation aux conditions locales, et par conséquent la baisse des besoins liés à l'alimentation

4.5.5.2 LA FILIERE OVIN VIANDE

Le nombre d'éleveurs ovins ou ovins-bovins sur 77 exploitations est de 40. Il est fort probable que certains éleveurs aient dû décapitaliser lors de la crise économique de flambée des prix des aliments concentrés en 2018 et qu'aujourd'hui ils n'aient toujours pas eu les moyens de racheter du bétail.

Dans les **projets d'avenir**, la moitié des agriculteurs ayant répondu à la question souhaite **racheter du bétail** bovin et ovin.

Le détail des calculs technico-économiques pour les **40 exploitations enquêtées ayant des moutons** fait ressortir pour l'interprétation la prépondérance de trois indicateurs majeurs :

- La valeur ajoutée brute ramenée par tête de bétail

- Le pourcentage du coût de l'alimentation sur le produit brut
- Le pourcentage du coût des fourrages sur le coût total

Afin de faciliter la lecture, deux de ces indicateurs sont présentés dans les graphiques ci-dessous.

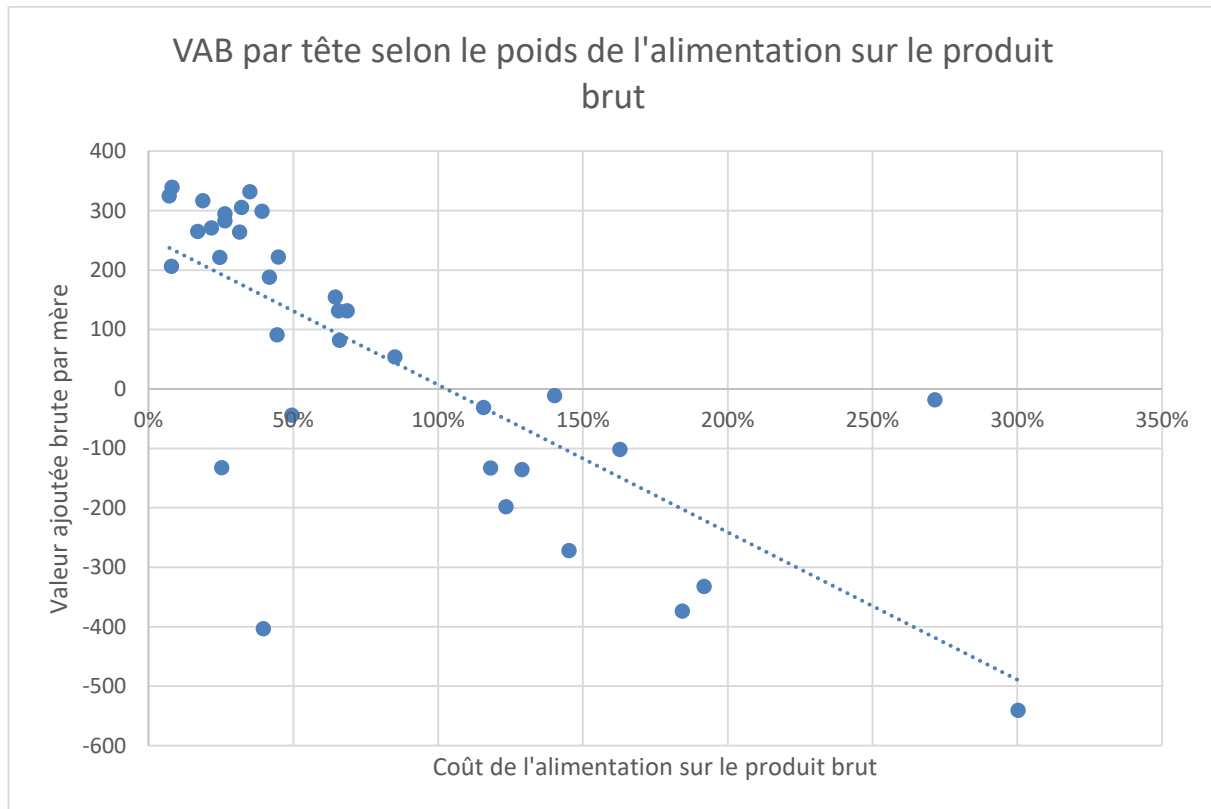


Figure 47 : Valeur ajoutée brute par tête en fonction du pourcentage de l'alimentation sur le produit brut Source : enquêtes SCP

Comme pour les bovins, les graphiques ci-dessus montrent qu'il existe **une corrélation**, non pas au sens statistique du terme mais de manière qualitative, **entre le poids que représente le coût de l'alimentation et la performance économique des exploitations**. En effet, le coût de l'alimentation est le premier poste de dépense en élevage et plus ce poste est important, moins les exploitations agricoles sont performantes d'un point de vue économique. Il s'agit là de la principale contrainte des systèmes de production d'élevage en général. La performance des exploitations ovines est alors également dépendante des importations d'aliments.

4.6 GESTION DU RISQUE SANITAIRE

Les références bibliographiques relatives aux questions sanitaires sont rassemblées en **ANNEXE 3**.

La gestion du risque sanitaire interroge deux composantes : le danger (ici la concentration des EUT en éléments polluants et/ou pathogènes) et l'exposition de différents compartiments (sol, population (usagers de l'eau, population avoisinante, consommateurs), produits agricoles).

4.6.1 DEFINITION DU RISQUE SANITAIRE : PATHOLOGIES

Pour toute réutilisation, la qualité des EUT est déterminante pour estimer les risques sanitaires associés et mettre les mesures de gestion préventives.

Les principaux dangers qui peuvent être véhiculés par ces EUT sont essentiellement de deux types : les pathogènes et les produits chimiques toxiques. Les risques d'apparition d'une pathologie donnée dépendent de la dose, du mode et de la durée d'exposition à ces dangers.

L'étendue du risque ne se limite pas aux premiers utilisateurs (agriculteurs, les travailleurs agricoles, les responsables de l'entretien) mais peut s'étendre à leur familles, aux consommateurs (produit agricoles ou produits d'origine animale) et à ceux qui vivent sur ou à proximité du périmètre.

En agriculture, les limites de concentration de nombreux produits chimiques dans les EUT sont souvent, déterminées par les besoins des cultures tout en considérant que les concentrations jugées dangereuses pour la santé humaine sont généralement inférieures aux à celles toxiques pour les plantes.

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) les différentes pathologies liés aux dangers susceptibles d'être présents dans les EUT sont portées dans le tableau suivant.

Tableau 16 : Pathologies liées aux EUT

MICROBIOLOGIE PATHOGENE		PATHOLOGIE
Bactéries	Salmonella sp	Salmonellose
	Shigella sp	Dysenterie bacillaire
	Vibrio choléra	Choléra
	Campylobacter jejuni	Gastro-entérite
Virus entériques	Virus de l'hépatite A et E	Hépatites infectieuses
	Poliovirus	Poliomyélite
	Echovirus	Méningite, paralysie, diarrhée
	calvivirus	Gastro-entérite
Helminthes	Ascaris lumbricoides	Troubles gastro-intestinaux
	Trichuris trichiura	Diarrhée et dysenterie
	Taenia sp	Nervosité, insomnie, troubles digestifs, anorexie
SUBSTANCES CHIMIQUES		PATHOLOGIE

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) • Certains métaux • Certains pesticides	Cancers
Arsenic • Plomb • Cadmium • Cobalt • Calcium • Magnésium.	Maladies cardiovasculaires
Nickel • Chrome	Allergies et hypersensibilité
Polychlorobiphényles (PCB) • Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)	Maladies de Reproduction
Plomb • Mercure • Autres perturbateurs endocriniens	Maladies de Développement
PCB • Méthylmercure • Plomb • Manganèse • Aluminium	Troubles du système nerveux

Dans son état actuel, la station de Zaouiet Sousse à boues activées, d'une capacité de 18.700 en m³/j, n'est pas équipée de traitement tertiaire, les eaux usées sont dans l'ensemble à dominance domestique.

La norme tunisienne NT106.03 relative à l'utilisation des EUT et le cahier des charges fixant les modalités et les conditions particulières de l'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles (arrêté des ministres de l'agriculture, de l'environnement et de l'aménagement du territoire et de la santé publique du 28 septembre 1995) fixent les exigences suivantes :

- L'analyse des paramètres suivants : pH, DBO5, DCO, MES, Na, Cl, NH₄⁺, CE une fois par mois au minimum.
- L'analyse des métaux : Ar, B, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, F, Mn, Hg, Ni, Zn, Cl, Se, Pb, les organochlorés une fois par semestre au minimum.
- La recherche des Œufs d'helminthes une fois tous les 15 jours

4.6.2 QUALITE PHYSICO CHIMIQUE DES EUT

Selon les données des deux intervenants principaux (CRDA et DHMPE) l'évolution de la qualité à la sortie de la station est la suivante.

Tableau 17 : Qualité physico chimique des EUT de la STEP de Sousse Sud (données CRDA 2016 – 2019)

Paramètres	Unité	NT 106-03 (valeur limite REUT)	2016*	2017**	2018*	2019**		Arrêté du 26/3/2018 (limite DPH)
						31/1	20/5	
PH	-	6,5 -8,5	7,57	7,9	7.75	7,8	7.7	6,5 - 8,5
DCO	mg O ₂ /l	90	374	428	568	48	30	125
DBO5	mg O ₂ /l	30	129	160	235	8	11	30
MES	mg/l	30	52	260	260	11	16	30
Chlorures(Cl)	mg/l	2000	614	580	598,5	774	1840	700
Fluorures (F)	mg/l	3	1,49		0,54		<0.1	3

P. Organochlorés	mg/l	1						1
Arsenic (As)	mg/l	0.1	0,012		<0,0071		<0.045	0,1
Bore (B)	mg/l	3	2,15		0,72			2,4
Sodium (Na)	mg/l		313,3	388	544,5	558	1440	
Azote. A. en NH4	mg/l		109,8	56,6	55,35	53,8	0.383	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0.01	0,0002		<0,003		<0.005	0,01
Cobalt (Co)	mg/l	0.1	0,058		<0,007		<0.27	0,5
Chrome (Cr)	mg/l	0.1	0,06		<0,030		<0.045	0,05 (VI)
Cuivre (Cu)	mg/l	0.5	0,36		<0,050		<0.04	2
Fer (Fe)	mg/l	5	0,371		1,04		1.46	5(+ Al)
Manganèse (Mn)	mg/l	0.5	0,007		0,052		0.154	1
Mercure (Hg)	mg/l	0.001	<0.001		<0.0005		0.004	0.005
Nickel (Ni)	mg/l	0.2	0,095		0,016		0.032	0,2
Plomb (Pb)	mg/l	1	0,019		0,01		0.013	0,1
Selenium (Se)	mg/l	0.05	0,053		<0,025			0,05
Zinc(Zn)	mg/l	5	0,87		0,154		0.074	5
Source : CRDA .Sousse /* moyenne des analyses ** analyse ponctuelle								

Tableau 18 : Qualité physico chimique des EUT de la STEP de Sousse Sud (données ONAS 2017 – 2018)

Paramètres	Unité	NT 106-03 (valeur limite REUT)	2017**	2018*	Arrêté du 26/3/2018 (limite DPH)
PH	-	6,5 -8,5			6,5 - 8,5
DCO	mg O ₂ /l	90	472	293,3	125
DBO5	mg O ₂ /l	30	163	174	30
MES	mg/l	30	141	94,25	30
Chlorures(Cl)	mg/l	2000	657	589	700
Fluorures (F)	mg/l	3			3
P. Organochlorés	mg/l	1			1
Arsenic (As)	mg/l	0.1			0,1
Bore (B)	mg/l	3			2,4
Sodium (Na)	mg/l				
Azote. A. en NH4	mg/l		64	85	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0.01	0,002	0,003	0,01
Cobalt (Co)	mg/l	0.1		<0.007	0,5
Chrome (Cr)	mg/l	0.1	0,030	0,040	0,05 (VI)

Cuivre (Cu)	mg/l	0.5	<0.05	<0.05	2
Fer (Fe)	mg/l	5	0,830	0,496	5(+ Al)
Manganèse (Mn)	mg/l	0.5	0,04	0,07	1
Mercure (Hg)	mg/l	0.001	<0,5	<0,5	5
Nickel (Ni)	mg/l	0.2	0,004	0,032	0,2
Plomb (Pb)	mg/l	1	0,140	0,013	0,1
Selenium (Se)	mg/l	0.05			0,05
Zinc(Zn)	mg/l	5	0,121	0,074	5

La campagne d'analyse réalisée par le ministère de la santé (DHMPE) en 2014 a montré les non-conformités EUT suivantes au niveau de la STEP de Zaouiet Sousse.

Tableau 19 : Conformité des eaux usées traitées de la STEP de Sousse Sud entre 2014-2018

	DHMPE 2014/2018 ¹⁴									
Paramètres	DCO mg O ₂ /L		DBO ₅ mg O ₂ /L		MES mg/L		PO ₄ mg/L		NH ₄ mg/L	
	NE	NENC*	NE*	NENC	NE	NENC	NE	NENC	NE	NENC
2014	03	01	03	03	03	03	03	03	03	03
NB : NE : nombre d'échantillons ; NENC : nombre d'échantillons non conformes										

Les résultats d'analyses réalisées par le CRDA, l'ONAS, et la DHMPE dénoncent une irrégularité de la qualité des EUT à la sortie et un dépassement important des limites jusqu'à l'année 2018 pour les paramètres majeurs (DCO, DBO₅, et MES), ainsi qu'une conformité pour les métaux (*sauf anomalie constatée pour le mercure*) et mettent en évidence les dysfonctionnements constatés sur la station entre 2014 et 2018 (volume entrant 30 000 m³/j, saturation) et l'amélioration en 2019 (volume entrant 10 000 m³/j, mise en service de Sousse Hamdoun).

¹⁴ Ministère de la Santé (DHMPE), Evaluation de la qualité des eaux usées réutilisées à des fins agricoles, Janvier 2014

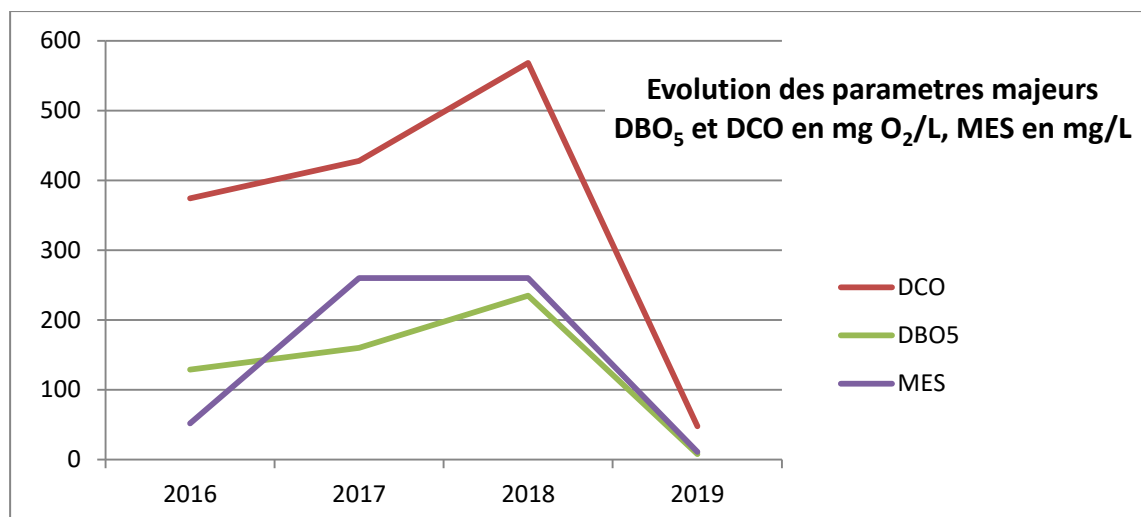


Figure 48 : Evolution des paramètres épuratoires dans les EUT de Sousse Sud sur 2016 – 2019

Point sur le mercure :

Selon les résultats d'analyse réalisés par le CRDA et l'ONAS les teneurs en mercure dépassent la limite fixée par la NT106.03 et restent inférieurs à celle fixée par l'arrêté du 26/3/2018 (valeur limite DPH).

Il faut rappeler que les eaux usées industrielles qui arrivent à la STEP sont estimées à 7% (en Eq hab) du total traité par la station.

Le rapport annuel de l'ONAS Centre pour l'année 2018 cite une valeur moyenne pour le mercure dans les **boues** de 0,104 mg/kg MS (pour les deux années 2018 et 2017) qui ne témoigne pas d'une accumulation excessive de ce métal dans les boues.

Devant ces **valeurs non concordantes**, il y aurait lieu de vérifier effectivement la teneur en mercure des EUT de cette STEP.

D'autre part, la **méthode d'analyse** fixée par la NT106.03 depuis 1985 est devenue dépassée par les nouvelles techniques analytiques ce qui nécessite sa révision. Aussi l'appel à consultation du CRDA pour choix du laboratoire doit préciser les détails techniques de prélèvement et d'analyse des échantillons ainsi que les critères de qualité.

D'un autre côté, la nouvelle approche des **directives de l'OMS** l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères traite la question des ETM sur la base d'une évaluation des risques afférents selon l'exposition et particulièrement à travers la chaîne alimentaire. Ces directives adoptent des concentrations maximales tolérables dans le sol de divers produits chimiques toxiques et des restrictions imposées à l'utilisation pour la qualité de l'eau servant à l'irrigation d'une façon générale. Elles fixent une concentration tolérable dans le sol de 0,6 mg/kg pour le mercure et ne fixent pas de valeur pour les eaux d'irrigation.

4.6.3 QUALITE BIOLOGIQUE DES EUT

Comme cité ci-dessus, l'obligation normative pour la réutilisation des EUT ne concerne que les **œufs d'helminthes**, exigés pour la NT 106.03, et toutes les analyses réalisées par le CRDA et

la DHMPE témoignent l'absence de ces parasites. Cependant, celles réalisées par l'ONAS témoignent de la présence des œufs d'helminthes.

Par contre, les Coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux (*exigés par l'arrêté conjoint du ministre des affaires locales et de l'environnement et du ministre de l'industrie des moyennes et petites entreprises daté du 26/3/2018 fixe les exigences de rejet dans le milieu récepteur (DPH, DPM ET réseau ONAS)*) ont été dépistés lors des campagnes de la DHMPE et aussi par l'ONAS, ce qui est tout à fait normal pour le traitement à boues activées sans traitement de finition ou désinfection.

Tableau 20 : Analyses biologiques sur les EUT de la STEP de Sousse Sud (données CRDA 2016-2019 et DHMPE 2014)

Autorité de contrôle	C. Max. Ad. NT 106-03	CRDA				DHMPE	C. Max. arrêté 6/3/18 rejet DPH
		2016	2017	2018	2019	2014	
Œufs d'helminthes	< ou= 1/l	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	< 1 /l
Coliformes fécaux						NC	2 000 /100 ml
Streptocoques fécaux						NC	1 000 /100 ml
Salmonelles						ABS	ABS
Vibrions Cholériques			ABS		ABS	ABS	ABS

En ce qui concerne les paramètres microbiologiques, les œufs d'helminthes n'ont pas été détectés dans les analyses réalisés par les deux intervenants. Cependant les Coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux ont été dépistés lors de la campagne de la DHMPE ce qui est tout à fait normal pour le traitement à boues activées sans traitement de finition ou désinfection.

On notera également que la **fréquence d'analyse** est **non respectée** par les autorités de contrôle que ce soit agricole ou sanitaire.

4.6.4 MILIEU PHYSIQUE

4.6.4.1 ENVIRONNEMENT DE LA STEP ET DU PERIMETRE IRRIGUE

La station de Zaouiet Sousse est limitrophe (à quelques mètres) des habitations. Lors de sa construction en 1980 elle ne l'était pas.

Cette situation représente beaucoup d'inconvénients sur le plan sanitaire. Elle est source :

- D'odeurs gênantes et de bruit.
- D'éventuelle transmission de maladies vectorielles par des mouches, moustiques et rongeurs.
- De dispersion d'aérosols et de particules qui pourraient contenir des pathogènes.
- De pollution diffuse en cas d'incidents due à de pannes non prévisibles.

4.6.4.2 LE SOL

L'exposition humaine aux substances chimiques est évaluée par transfert dans la chaîne alimentaire à partir des eaux usées puis le sol et de l'absorption ces substances par les plantes et enfin de la consommation des produits agricoles par l'homme.

L'état zéro des concentrations en métaux dans le sol n'est pas disponible. Cependant dans le cadre d'un projet pilote de valorisation des boues de STEP, la DHMPE a réalisé en coordination avec la Direction des Sols du ministère de l'agriculture une campagne qui a inclus trois parcelles du périmètre irrigué de Zaouïet Sousse.

Tableau 21 : Concentrations en métaux des sols du périmètre irrigué de Zaouïet Sousse

ETM		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	pH
Limites des concentrations en mg/Kg MS autorisées NT106.20		3	150	140	75	150	300	(>6 après épandage des boues)
Directives 2006 de l'OMS		4			107	84		
Parcelle	Habib Ben Hamed	1,1	22,7	11,3	14,2	33	14,2	8,13
	Habib BenTaher	1,8	16,8	8,1	14,3	34,5	17,7	8
	Khemais Bou Zabia	0,8	22,7	10,9	12,7	28,5	14,3	7,93

Ces parcelles reçoivent des EUT depuis la création du périmètre (1987) et ne présentent pas de concentrations élevées de métaux ce qui est à priori rassurant pour l'ensemble de la chaîne trophique sachant que le sol est support des cultures et aussi l'entonnoir des eaux de percolation vers la nappe phréatique.

4.6.5 USAGERS

L'irrigation gravitaire est réalisée de pratique sur tout le périmètre pour les cultures fourragères sous les oliviers.

Les visites du terrain et l'entretien avec les agriculteurs et les membres du GDA ont montrés que:

- La perception des risques liée à la manipulation des EUT est passive ou neutre.
- La moyenne de délais d'attente avant la coupe est de 5 jours.

En effet sur le périmètre nous avons rencontré des familles entières avec des enfants qui sont en contact avec les végétaux et les sols récemment irrigués.

Malgré que le cahier des charges fixe les exigences sanitaires suivantes :

- Port d'une tenue de travail réservée à la manipulation de ces eaux,
- Respect des règles d'hygiène individuelle,
- Vaccination contre le tétanos et toute autre vaccination décidée par les services sanitaires,
- Examen médical et toute investigation biologique nécessaire au moins une fois par an,
- Absence de signalisations sur les bornes indiquant que l'eau est non potable.

Les précautions ne semblent pas être de pratique chez l'ensemble des agriculteurs pourtant ils sont les plus exposés aux dangers (germes pathogènes et toxiques).

Cette situation ne fait pas l'exception car les enquêtes réalisées dans le cadre de l'étude de la stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des EUT et des boues de STEP et initiation des activités de sensibilisation à l'échelle régionale commanditée par le ministère chargé de l'environnement et l'étude de l'ANCSEP relative à l'évaluation des impacts sanitaires liés à la réutilisation agricole des EUT ont montré que plus de 44% des usagers ne connaissent pas les mesures d'hygiène préconisées et plus de 70% ne les appliquent pas.

4.6.6 PRODUCTIONS AGRICOLES

Les produits agricoles issus du périmètre de Zaouiet Sousse sont des fourrages pour le bétail et l'huile d'olive.

D'après les responsables du GDA la commercialisation des produits se fait à l'échelle du gouvernorat :

- Le lait est acheminé vers la centrale laitière de Sidi Bouali.
- Le bétail de boucherie est vendu au niveau du marché (Souk Lahad) de Sousse.
- L'huile d'olive est consommée localement et aussi vendue à prix moins cher que l'huile issue d'olivier non irriguée avec les EUT.

Ces informations supposent que les **impacts éventuels d'une contamination des produits de consommation issus du périmètre** sont non localisés et sont diffusés à grande échelle.

Par ailleurs, il faut souligner que les produits irrigués avec les EUT sont toujours susceptibles d'être contaminés par des ETM ou des germes pathogènes raison pour laquelle le décret n° 93 – 2447 du 13 décembre 1993 exige le contrôle biologique et physico-chimique des cultures irriguées avec les EUT sans préciser ni les paramètres ni la fréquence des analyses. Ce contrôle attribué aux services du ministère de la santé n'est effectué que très rarement.

Ce risque est donc à considérer du moment où la revue des travaux de recherche (*l'INRGREF à Oued Souhil à Nabeul (2002), Thèse de M.Nebil BELAID sur la phyto-absorption des éléments métalliques au PI avec les RUT d'El Hajeb-Sfax (2010)...*) et les études réalisées au niveau national (*l'étude préalable à un plan national réutilisation des eaux usées traitées pour la Tunisie diagnostic de l'existant (livrable 4/7) (2018) par la Société du Canal de Provence (SCP) et l'étude réalisée par l'ANCSEP sur l'impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles sur 5 périmètres irrigués avec les EUT et 5 périmètres témoins(2015))*) ont souligné une contamination microbiologique possible et parfois une bioaccumulation des toxiques dans les tissus des végétaux .

Du côté directives de l'OMS, les concentrations maximales tolérables des ETM dans l'eau servant à l'irrigation d'une façon générale adoptent les recommandations de la FAO qui se basent sur la toxicité de ces éléments traces pour la production agricole.

Le tableau suivant fait la comparaison des EUT de la STEP de Zaouiet Sousse avec ces limites.

Tableau 22 : Concentrations en éléments traces des EUT du PI Zaouiet Sousse, et comparaison avec les standards

Élément	Concentration ¹⁵ maximale recommandée (mg / l)	Moyenne des concentrations dans les EUT de Zaouiet Sousse (mg / l)	Remarques
Ar (arsenic)	0,10	0,021	La toxicité pour les plantes varie beaucoup, allant de 12 mg / l pour l'herbe du Soudan à moins de 0,05 mg / l pour le riz.
Cd (cadmium)	0,01	0,003	Toxique pour les haricots, les betteraves et les navets à des concentrations aussi faibles que 0,1 mg / l dans des solutions nutritives. Limites conservatrices recommandées en raison de son potentiel d'accumulation dans les plantes et les sols à des concentrations pouvant être nocives pour l'homme.
Co (cobalt)	0,05	0,018	Toxique pour les plants de tomates à 0,1 mg / l dans une solution nutritive. A tendance à être inactivé par les sols neutres et alcalins.
Cr (chrome)	0,10	0,041	Pas généralement reconnu comme un élément de croissance essentiel. Limites conservatrices recommandées en raison du manque de connaissances sur sa toxicité pour les plantes.
Cu (cuivre)	0,20	0,09	Toxique pour un certain nombre de plantes à raison de 0,1 à 1,0 mg / l dans des solutions nutritives.
F (fluorure)	1,0	0,71	Inactivé par les sols neutres et alcalins.
Fe (fer)	5.0	0,839	Non toxique pour les plantes dans les sols aérés, mais peut contribuer à l'acidification du sol et à la perte de disponibilité de phosphore et de molybdène essentiels. L'aspersion en hauteur peut entraîner des dépôts inesthétiques sur les plantes, les équipements et les bâtiments.
Mn (manganèse)	0,20	0,065	Toxique pour un nombre de cultures allant de quelques dixièmes à quelques mg / l, mais généralement uniquement dans des sols acides.
Ni (nickel)	0,20	0,035	Toxique pour un certain nombre de plantes à raison de 0,5 mg / l à 1,0 mg / l; toxicité réduite à pH neutre ou alcalin.
Pd (plomb)	5.0	0,045	Peut inhiber la croissance des cellules végétales à des concentrations très élevées.
Se (sélénium)	0,02	0,038	Toxique pour les plantes à des concentrations aussi faibles que 0,025 mg / l et toxique pour le bétail si le fourrage est cultivé dans des sols avec des niveaux relativement élevés de sélénium ajouté. Un élément essentiel pour les animaux mais à de très faibles concentrations.
Zn (zinc)	2.0	0,331	Toxique pour de nombreuses plantes à des concentrations très variables. toxicité réduite à pH > 6,0 et dans les sols à texture fine ou organique.

¹⁵ FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 29 Rev. 1/ Reprinted 1989, 1994

Les valeurs moyennes des concentrations des ETM dans les EUT de Zaouiet Sousse (mg / l) sont en deçà des concentrations maximales recommandées par la FAO en matière de toxicité pour les plantes et le bétail.

Ceci nécessite la mise en place des mesures de gestion (*contrôle et surveillance*) efficaces tel que exigées par le décret n° 93 – 2447 du 13 décembre 1993, et compte tenu du fait aussi que :

- ces toxiques ont des effets à long termes même très faibles doses.
- ces toxiques restent dans l'organisme vivant et ont des effets conjugués (ou effet cocktail).

4.6.7 DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES

La fréquence et la source de différentes infections ou pathologies dépendent du contexte local et des modes de gestion des facteurs de risques environnementaux (eau, air, sol).

- Les maladies transmissibles liées aux pratiques de réutilisation des EUT sont le résultat de mauvaises gestion des risques et de la prolifération des vecteurs :
- Les eaux stagnantes : gîtes de reproduction des insectes vecteurs source de nuisances et de transmission de maladies pour les travailleurs et les communautés avoisinantes,
- Les mesures de contrôle défaillantes : pas d'alerte ni de suivi de la transmission des agents pathogènes à travers la chaîne trophique.

Le tableau suivant récapitule d'une façon globale l'origine des dangers liés aux déchets liquides et solides au niveau de l'environnement d'un périmètre irrigué avec les EUT.

Tableau 23 : Les risques liés à réutilisation des EUT et des boues de STEP

Risques	Dangers	Fractions liquides		Fractions solides				
		EU dom.	EU ind.	Boues de STEP	Déchets dom.	Déchets agricoles	Déchets de jardinage	Fumier animal/lisier
Risques biologiques potentiels	Virus	x		x	x	x		x
	Bactéries	x		x	x	x		x
	Protozoaires	x		x		x		x
	Helminthes	x		x		x		x
	Maladies à transmission vectorielle	x		x	x	x	x	x
Risques chimiques potentiels	Produits chimiques toxiques		x	x				
	Métaux lourds		x	x				
Risques physiques potentiels	Objets tranchants	x		x				
	Matières inorganiques	x		x		x	x	x
	Mauvaises odeurs	x		x		x		x

Le système de surveillances des maladies hydriques en Tunisie n'est pas en mesure de déceler d'une façon précise l'origine de l'infection qui reste en général très disparate quant aux vecteurs de transmission (eau, aliment et air) et aux respects des conditions d'hygiène le long de chaîne « de la fourche à la fourchette ».

Les données actuellement disponibles sont d'ordre régional. Ainsi sur la période de 2011 à 2015, le nombre de cas déclaré de **l'hépatite virale (HVA)** au niveau de toute la Tunisie s'élève à 2 623. Le taux d'incidence du HVA au gouvernorat de Sousse (138 cas) est relativement moyen par rapport au reste du pays (827 cas), Sfax (319 cas), Monastir (170 cas)¹⁶.

Pour l'année 2017, la région de Sousse garde toujours la même position avec un nombre de cas déclaré voisin de 30 (Cf. figure 1).

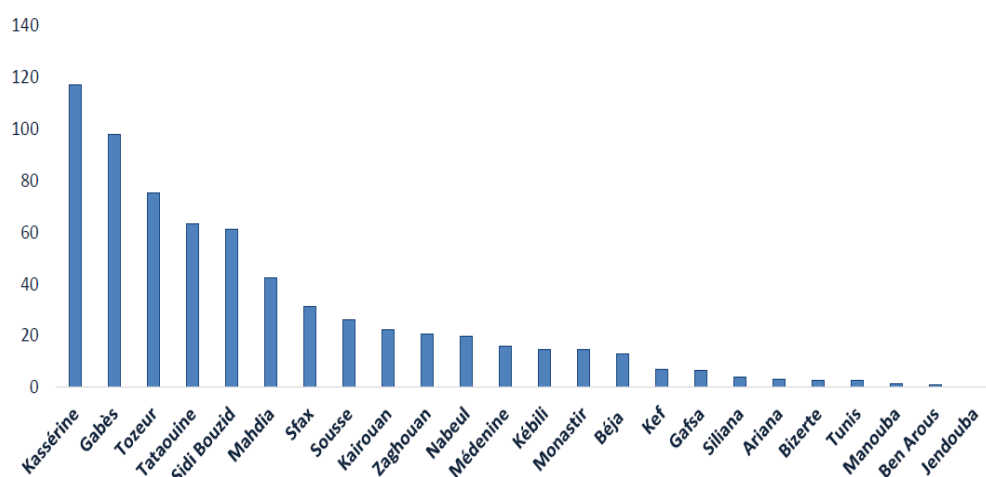


Figure 49 : Taux d'incidence d'HVA par gouvernorat en 2017 et par 100000 habitants (Données MDO, DSSB)

Les analyses réalisées sur les eaux usées, lors de l'enquête nationale de prévalence des **Hépatites Virales A, B & C** en Tunisie (2014-2015) ont montré qu'au niveau de la STEP Sousse Sud 50% des EUT contiennent le VHA.

Tableau 24 : Détection du VHA dans les eaux usées

% échantillons positifs en VHA		
Type d'échantillon STEP	Eau usée brute	Eau usée traitée
Kairouan	69,2% (18/26)	34,6% (9/26)
Sousse-Sud	64,3%(18/28)	50% (14/28)
Dekhila	74,1%(20/27)	77,8%(21/27)
Sahline	32,1%(9/28)	18,5%(5/27)
Jammel	96,3%(26/27)	22,2% (6/27)

La **fièvre typhoïde** sévit encore à l'état endémo-épidémique avec une incidence nationale faible (0,32 cas pour 100 000 habitants les 5 dernières années) et une moyenne de 35 cas

¹⁶ Dr Aicha Hchaichi. Bilan des épidémies d'origine hydrique investiguées en Tunisie et principales recommandations. Observatoire Nationale des Maladies Nouvelles et Emergentes Ministère de la santé, Tunisie Séminaire ANCSEP/ 19 Mars 2019.

sporadiques notifiés/an. En 2016 le nombre de cas enregistré au niveau de la région de Sousse ne dépasse pas les 3.

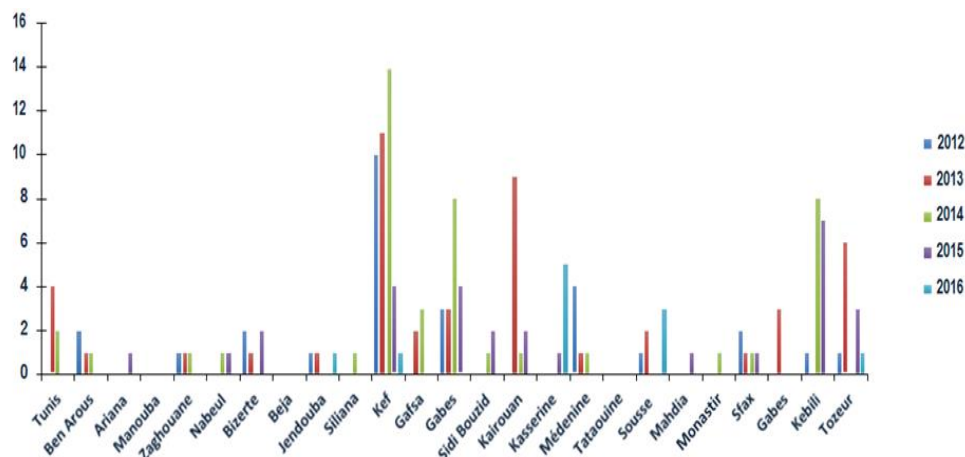


Figure 50 : Distribution du nombre de cas de fièvre typhoïde par Gouvernorat et par an de 2012 à 2016 (Données MDO, DSSB)

4.6.8 CONCLUSION THEMATIQUE

La réutilisation formelle des EUT est bien souvent difficile du fait d'une faible maîtrise des risques à l'état actuel et de la complexité de l'interopérabilité et l'insuffisance de coordination entre les intervenants. Les difficultés à identifier et gérer les risques réels et perçus pour la santé liés à la réutilisation des EUT présentent encore un handicap pour l'organisation d'un système de prévention opérationnel au niveau du périmètre.

Les enseignements tirés de la longue expérience (32 ans) au niveau du périmètre de Sousse Sud se résument en ce qui suit :

- La **qualité des EUT** n'est pas satisfaisante et nécessite un effort de traitement.
- La **contamination microbiologique** des produits peut être gérable.
- La **bioaccumulation des toxiques** dans les sols, les tissus des végétaux et des produits d'origine animale est diffuse et peu considérée par le système actuel de contrôle.
- Une défaillance est évidente quant au **respect des mesures d'hygiène** au niveau des pratiques actuelles.
- La **demande est forte** de la part des agriculteurs pour ces EUT.

Pour la promotion et l'intensification d'utilisation de ces EUT au niveau du périmètre actuel ou éventuellement son extension, le **système de maîtrise des risques sanitaire est à consolider** dans un concept d'une économie circulaire.

5 SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC

5.1 SYNTHÈSE THÉMATIQUE

5.1.1 TH1 INSTITUTIONNEL

Rappel : la thématique institutionnelle a fait l'objet d'un livrable spécifique complet, dans le cadre de ce projet.

Le périmètre irrigué de Zaouiet Sousse existe depuis plus de trente ans. C'est une longue expérience d'exploitation des EUT à des fins agricoles en Tunisie. Toutefois, les récentes difficultés liées au service de l'eau ont révélé des dysfonctionnements institutionnels et organisationnels plus importants. Ces difficultés sont perçues par l'ensemble des acteurs. Le diagnostic et les propositions issues des ateliers participatifs sont soutenus à plus de 80% par les participants. Les principaux enjeux concernent :

1/ Une responsabilisation des acteurs parfois floue. Sur le périmètre de ZS nous avons constaté un manque de contractualisation entre tous les intervenants de la filière. Des documents bilatéraux doivent être signés. Nous recommandons aussi que les acteurs, collectivement, définissent les modalités de gestion du périmètre dans une charte commune et formalisent des procédures d'arbitrage.

2/ Un contrôle sécurisant en théorie, mais mal appliqué en pratique. L'absence de suivi et de contrôle est un point régulièrement soulevé y compris dans les PV du comité régional reut. Le coût des analyses dans les laboratoires privés, les difficultés de transport et le manque de budget sont les principales raisons qui ont été mentionnées. Des cultures non réglementaires ont été observées sur le PI et seuls 9% des agriculteurs interrogés ont reçu une visite des services de Santé.

3/ Un dialogue à améliorer. Il n'existe pas de mécanismes formalisés pour partager les informations de manière régulière et systématique. Il y a une certaine opacité sur les données issues du périmètre y compris lors de crise importante comme celle de 2013 sur le vibron cholérique. Les réunions du comité régional 'REUT' devraient être plus régulières. Le dialogue avec les agriculteurs doit être renforcé. Ils ont très peu d'échanges avec d'autres institutions que le GDA. Leur confiance dans le GDA est toutefois assez mitigée (44% de bonne relation, 21% moyenne, 21% mauvaise). Son efficacité et sa valeur ajoutée est jugée mauvaise par 70% des agriculteurs interrogés.

4/ Un certain manque de connaissances de la part des usagers. Les bonnes pratiques de gestion des risques ne sont pas respectées par les exploitants. Ils manquent d'informations sur le fonctionnement du périmètre en lui-même. 45% ne savent pas qui entretient le réseau. Les résultats de recherche sur l'impact des EUT sont mal connus parce que non vulgarisés pour les partenaires du PPI.

5/ Des problématiques liées à l'activité agricole. Les agriculteurs ne respectent pas les techniques d'irrigation recommandées (fréquence et doses d'irrigation) mais ils ne sont que 23% à déclarer avoir reçu une formation. Faute de recette, le GDA a été contraint de licencier du personnel technique et faute de moyens alloués, on constate un désengagement du CTV sur le périmètre. Le périmètre a des enjeux fonciers avec un morcellement important des terres et pédologique avec un manque de suivi de l'impact des EUT sur les sols. Enfin, le désengagement de la main d'œuvre familiale limite les capacités des exploitants.

6/ Déficit de perception. Les agriculteurs ont une mauvaise perception des eaux usées traitées. Dans les enquêtes, 82% des caractéristiques associées aux EUT ont des connotations négatives (odeur, saleté, couleur, mousse, polluée), 10% sont neutres (normal, ne sait pas) et 8 % positive (bonne, fertilisante). 33% des agriculteurs enquêtés sont favorables, 29% défavorables, 38% sans opinion. Aucune enquête n'a été menée auprès des consommateurs.

⇒ Nous proposons en réponse à ces 6 constats, des actions qui seront intégrées dans le plan d'actions. Ces actions s'articulent autour de questions d'organisation inter-acteurs, de formation et sensibilisation des agriculteurs. Elles s'appuient entre autres sur l'intensification du travail des Commission régionales de suivi de l'usage des eaux traitées, et la mise en place d'un groupe projet interinstitutionnel spécifiquement affecté à la gestion du PI de Zaouïet Soussse.

Lors d'une réunion la capacité des institutions tunisiennes a été questionnée. « Sont-elles encore capables aujourd'hui de garantir une eau usée traitée de qualité ? ». Nous pensons que oui, si elle opère des changements majeurs dans la gestion des périmètres en terme d'organisation, de transparence, de renforcement des compétences, de sensibilisation et modalités de financement.

Tableau 25 : Les 6 constats du diagnostic institutionnel

Déficits	Options/solutions
De responsabilisation	Groupe projet Charte multi-acteurs Conventionnement et règles formelles Modalités d'arbitrage
De contrôle	Campagne de vaccination Tableau de bord annuel
De dialogue	Procédures de partage d'informations Système d'alerte Organisation régulière de la Commission REUT et diffusion de ces PV Groupe projet
De connaissance	Réunion périodique avec les agriculteurs Intensification des journées de sensibilisation sanitaire Tableau d'affichages

	Kit pédagogique Ferme pilote
De capacité	Plan de formation (pratiq-ue d'irrigation, changement de culture) Budget de fonctionnement pour les CTV Faciliter l'accès à la terre Sécuriser le périmètre Ecole paysanne
De perception	Enquête sociologique des consommateurs Journée de sensibilisation

5.1.2 TH2 TRAITEMENT DE L'EAU

■ Description du système d'assainissement de Sousse, et de la place de Zaouïet

Le PI de **Zaouïet Sousse** est à ce jour alimenté par la **STEP de Sousse Sud**, dont le fonctionnement est correct depuis qu'elle a retrouvé un débit entrant en deçà de sa capacité nominale. La qualité de l'eau délivrée actuellement au PI est bonne, même si elle ne respecte pas les seuils bactériologiques de la norme NT 106.02 sur les rejets au milieu aquatique (révisée par l'arrêté du 26 mars 2018).

La **STEP de Sousse Hamdoun**, toute proche, a été récemment mise en service. Elle doit prochainement alimenter un **nouveau PI REUT, Ath Thrayât**, dont les études viennent d'être lancées. Les deux STEP sont maillées et forment la branche 'Sud' de l'assainissement de Sousse.

Le volume traité par Sousse Sud est bloqué à 10 000 m³/j, alors que Sousse Hamdoun a traité fin 2018 20 000 m³/j et doit atteindre 49 000 en capacité nominale.

Le système d'assainissement de l'agglomération de Sousse compte également deux stations d'épuration situées au Nord de la ville, qui sont maillées avec la branche Sud. Sur la branche Nord, la REUT est présente avec l'irrigation d'un golf.

■ Perspectives de développement des traitements tertiaires

Seule la mise en service d'un **traitement tertiaire d'affinage de l'eau** permettrait le respect de la réglementation vis-à-vis de la qualité des rejets au milieu aquatique pour les **paramètres bactériologiques de l'arrêté du 26 mars 2018 (coliformes fécaux et streptocoques fécaux)**. L'eau ainsi traitée serait conforme aux pratiques de REUT tunisiennes et pourrait éventuellement ouvrir vers d'autres modes de valorisation (type maraîchage) si la réglementation évolue.

La STEP de Sousse Hamdoun doit être équipée sous peu d'un traitement tertiaire d'affinage de l'eau. Il n'est pas prévu à court terme ce type d'équipement pour Sousse Sud.

⇒ La mise aux normes de Sousse Sud au regard des paramètres bactériologiques, avec construction d'une unité de traitement tertiaire, permettra de délivrer une meilleure qualité d'eau au PI de Zaouïet.

⇒ Ceci dit, compte-tenu de la marge de production en volumes qui existe sur Sousse Hamdoun, il semble envisageable de ne mobiliser qu'un seul traitement tertiaire pour l'alimentation des deux PI de Zaouïet Ath Thrayât, ce qui peut permettre de limiter les frais d'investissement.

5.1.3 TH3 RESEAU HYDRAULIQUE

Le réseau hydraulique est composé :

- d'une ligne de production qui relie la STEP de Sousse Sud au réservoir de mise en charge et de régulation dominant le PPI Zaoouiet Sousse
- et d'un réseau d'irrigation qui dessert les parcelles à partir du réservoir

Au niveau de la ligne de production : le problème majeur consiste à un manque de régulation entre la STEP et le PPI qui engendre un déséquilibre entre l'offre et la demande en eau. Techniquement le manque de régulation est du à

- L'absence de bassin tampon qui permet de stocker les eaux produites par la STEP en période de point tout en assurant une alimentation régulière de la Station de pompage
- Le manque de système d'automatisation de la station de pompage
- L'absence de système d'évacuation des excédents des EUT
- L'effacement de l'électricité pendant les périodes de pointe d'irrigation

Au niveau du réseau, les actions de réhabilitation ont prévu un débit à la borne de 6l/s. La simulation hydraulique du réseau a montré que :

- Pour un fonctionnement théorique de 6l/s à la borne : la qualité de service à l'entrée est acceptable et le fonctionnement du réseau est équilibré
- Pour un fonctionnement de 16l/s à la borne : le réseau est déséquilibré et la qualité de service au niveau de 80% des bornes est médiocre

⇒ Nous préconisons de repenser la conception du réseau et de mettre en œuvre une réhabilitation ambitieuse qui permette notamment, avec un stockage tampon mieux dimensionné, de mieux gérer la régulation du système.

⇒ A terme, la mise en service du PI REUT de Ath Thrayât, à partir des EUT de Sousse Hamdoun, interroge sur la pertinence de maintenir l'alimentation de Zaouïet par la STEP de Sousse Sud.

5.1.4 TH4 IRRIGATION A LA PARCELLE

L'irrigation à la parcelle sur le périmètre est le **gravitaire à la raie**, comme évoqué précédemment. Cette pratique pose des problèmes de main d'œuvre, de sécurité sanitaire, est peu efficient d'un point de vue ressource en eau, et induit des risques de remontée de nappe et d'hydromorphie.

L'étude de réhabilitation a prévu un **débit de pointe de 84 L/s** en mois de pointe ce qui correspond à **20h d'irrigation par jour** (pour satisfaire les besoins en eau des cultures). Tenant

compte du mode d'irrigation actuel (qui demande la mobilisation de l'agriculteur durant la période d'irrigation), on constate que le débit et le temps d'irrigation ne sont pas adaptés.

Dès lors, pour de raisons de manipulations nocturnes rudimentaires à éviter, il est nécessaire de **réduire la durée de l'irrigation à moins de 20h par jour** en mois de pointe, et **deux possibilités** se dessinent :

Option 1 :

- Garder les conditions d'irrigation actuelles, avec le débit de pointe à 84 L/s
- Augmenter l'autonomie d'irrigation jusqu'à 6 heures en agrandissant le réservoir
- Établir un calendrier d'irrigation
- Faciliter l'opération de l'irrigation à la parcelle par des canalisations d'approche modèle californien

Option 2 :

- Augmenter le débit en tête (200 L/s) et déterminer le temps d'irrigation en mois de pointe à un maximum de 16 h/j, ce qui implique une réhabilitation du réseau
- Augmenter l'autonomie d'irrigation jusqu'à 2h30 heures en agrandissant le réservoir
- Profiter des gains de pression aux bornes pour moderniser l'irrigation à la parcelle en passant au micro-jet, goutte-à-goutte et / ou irrigation par gaines perforée

⇒ Nous préconisons la mise en œuvre de nouvelles pratiques d'irrigation pour les parcelles intercalaires :

- gravitaire amélioré (système californien, type rampe à vannettes), gaines perforées ou aspersion microjets pour le fourrage
- goutte-à-goutte pour d'éventuelles productions arboricoles intensives

Le déploiement de ces nouvelles pratiques devrait être accompagné d'essais de démonstration dans le PI à partir d'une ferme pilote, faire l'objet d'achat groupé de matériel et d'initiatives de formation / vulgarisation

⇒ En ce qui concerne la gestion du risque d'hydromorphie par remontée de nappe, il nous semble important de mettre en œuvre les mesures suivantes :

- échanges avec l'Institut de l'olivier pour bien connaître la profondeur d'enracinement, la résistance de l'arbre aux battements de nappe, les périodes sensibles, et les besoins théoriques
- calcul et si possible ajustement des doses d'irrigation au besoin des cultures et aux doses de lessivage requises, sachant que l'irrigation ne concerne pas que l'olivier mais essentiellement les cultures fourragères
- implantation de piézomètres de suivi et mesure régulière des niveaux ainsi que de la salinité de l'eau

5.1.5 TH5 GESTION DU RISQUE SANITAIRE

À l'état actuel, la maîtrise des risques sanitaires au niveau du PPI de Zaouiet Sousse est très incomplète, résultat d'une complexité structurale d'organisation de la surveillance et de manque de moyens.

- Les enseignements tirés de la longue expérience (32 ans) au niveau du périmètre de Zaouiet Sousse représentent un acquis pour aller de l'avant vers l'instauration d'un système avancé de maîtrise des risques tel que recommandé par l'OMS. Nous proposons le tableau suivant, qui synthétise le diagnostic sanitaire et ouvre sur les solutions à mettre en place pour bien maîtriser ces risques.

Tableau 26 : Les 4 familles de constats du diagnostic sanitaire

Niveau	Constat	Options/solutions
Qualité des EUT	- La qualité physicochimique tend à se stabiliser avec un respect des normes - La qualité bactériologique est instable en nature et quantité de germes. - Fluctuation de quelques paramètres qui peut être liée à l'effet labo - Absence de système d'alerte en cas de non-conformité, ou de problème technique sur une STEP.	- Système de vigilance et d'alerte - Mise en place d'un dispositif de désinfection. - Une coordination effective entre les intervenants. - Définir les critères communs de la fiabilité des données (mode de prélèvement, méthodes d'analyse et les critères de qualité pour le laboratoire d'analyse)
Pratique Agricole	- Le non-respect des pratiques d'hygiène individuelle. - La majorité des agriculteurs n'ont reçu aucune formation ou sensibilisation sur la REUT (78%). - Mauvaises connaissances des mesures préventives concernant les produits irrigués avec les EUT. - Une opinion globale liée à la REUT neutre induisant une perception passive des risques. - Absence d'une communication efficace sur les risques sanitaire. - Travail familial (femmes et enfants : 86% des cas)	- Affiliation au le Groupement de Médecine du Travail de Gouvernorat de Sousse (GMTGS) (vaccination et suivi médical). - Programme de sensibilisation pour renforcer les capacités de gestion des risques sanitaires liés aux pratiques de la REUT.
Produit Agricole	- Le non-respect des délais d'attente avant la coupe du fourrage. - Pâturage direct - Absence de données sur la qualité microbiologique, et les bioaccumulation des ETM dans les tissus des végétaux et des produits d'origine animale.	- Intégrer les matrices : eaux souterraines, sols, végétaux et produits d'origine animale dans les programmes de contrôle et suivi de la qualité physicochimique et bactériologique. - Communiquer les résultats à la base de données.
Milieu Physique	L'accumulation des ETM dans le sol est à priori rassurante et ne présente pas de problèmes particuliers.	
Contrôle et Surveillance	- La fréquence d'analyse est non respectée par les autorités de contrôle. - Un pseudo-système peu documenté: Pas de bases de données centralisées, - Pas de plan efficient de surveillance. - Absence de contrôle des eaux souterraines, dans les sols, les végétaux et les produits d'origine animale.	- Fonder une approche holistique inter et multidisciplinaire qui vise des cibles axées sur la santé. - Répartition des rôles pour alléger les taches des structures de contrôle. - Mise en place d'une base de données. - Mettre en place des procédures de gestion des événements de non-conformité. - Procéder à l'évaluation quantitative des risques (EVQR) à moyen et long terme pour atteindre des cibles en matière de santé.

		Consolider le système d'échange des données par un texte réglementaire d'obligation de l'acte (circulaire interministérielle).
--	--	--

5.1.6 TH6 AGRONOMIE

Le périmètre fonctionne à ce jour sur un **système d'oliviers avec cultures fourragères intercalaires**. Il s'agit d'oliviers pluri centenaires, production agricole traditionnelle du Sahel tunisien. Le fourrage a été mis en place dès la création du PI, en lien avec le développement d'un système bovin lait.

On note le souhait très clair des irrigants de :

- **préserver les oliviers**
- **conserver une part importante de fourrage**, pour l'élevage bovin laitier local (même si celui-ci périclité pour différentes raisons)
- **développer de nouvelles cultures intercalaires**, à plus forte valeur ajoutée : olivier intensif, plantes à parfum, voire coton...

Le **coton** était début 2019 lors de nos premières investigations une culture **poussée par les autorités**, via l'OEP, une compagnie textile (la SITEX) et la recherche de l'INAT en appui agronomique. A première vue, l'idée de relocaliser une production agricole dont l'industrie tunisienne est fortement consommatrice est bonne. Cependant, en échangeant avec le CRDA, il s'avère que la culture du coton est **mal adaptée au parcellaire très fragmenté du PI de Zaouïet** et que de fortes craintes sont exprimées par rapport aux dégâts possibles sur l'olivier (impact sur les racines par le labour, impact sur les parties aériennes par le passage de la récolteuse). En outre, les retours d'expérience récents à l'échelle nationale ne sont pas très concluants.

⇒ Devant cette réticence vis-à-vis du coton et prenant en compte les souhaits évoqués par les agriculteurs, nous proposons de retenir l'assolement suivant pour la projection des besoins en eau :

- préservation de l'intégralité des oliviers pluricentenaires
- évolution des cultures intercalaires, en proportion de la surface :
 - o 60% de fourrages (poursuite et optimisation de l'assolement actuel)
 - o 20% d'olivier intensif (écartement de 1.50 mètres)
 - o 20% de plante à parfums type jasmin

Des **références locales** doivent être développées pour accompagner les irrigants qui souhaiteraient se diversifier, et le CRDA aura dans ce cas un rôle important à jouer.

Les eaux usées traitées apportent des **éléments nutritifs** (N et P notamment) avec l'irrigation. Cette fertilisation est mal estimée, mais devra l'être dans le cas où de nouvelles productions intercalaires plus intensives étaient implantées (arboriculture, plantes à parfum, coton...). Les apports devraient permettre de réduire la facture en fertilisants minéraux ou organiques habituellement utilisés.

Enfin, le département 'sol' du CRDA dispose d'un **laboratoire d'analyse des terres** aujourd'hui en perte de vitesse, qui pourrait être largement plus impliqué dans le suivi du PI REUT (entre autres sur les composantes de fertilité, salinité et suivi environnemental) et également dans celui d'opérations de valorisation de boues d'épuration ou de composts.

5.1.7 TH7 FILIERES

■ Caractéristiques

Les principales filières identifiées à Zaouiet sont :

- L'huile d'olive
- La production laitière, qui comprend parfois une production fourragère essentiellement autoconsommée

Les exploitations agricoles du périmètre irrigué de Zaouiet Sousse sont majoritairement une agriculture familiale destinée en partie à l'autoconsommation. Ces exploitations sont moins spécialisées que ce que l'on peut observer dans le périmètre de Dkhila :

- Plus de la moitié des exploitations s'appuie sur deux piliers, l'oléiculture et l'élevage
- Plus d'un tiers ne s'appuie que sur l'oléiculture et
- Seulement 9 % soit 7 exploitations, ne s'appuient que sur de l'élevage dont 5 en ovins et bovins et 2 en ovins seulement

■ Oléiculture

Pour l'**oléiculture**, dans ce périmètre, **les coûts de production sont moindres qu'ailleurs** car les **éléments fertilisants** produits par les animaux sont facilement valorisés dans les champs et l'eau de REUT est chargée en éléments fertilisants. Aussi, seulement 4 exploitants présentent des dépenses liées à la fertilisation des oliviers (il s'agit d'oliviers en sec) sur les 67 qui produisent de l'huile d'olive.

Les exploitations en sec n'ont que peu de coûts de production et déclarent majoritairement le travail du sol comme principal coût de production : ces coûts représentent environ 400 DNT par hectare ce qui s'élève en moyenne à 60 % des coûts totaux contre 25 % en irrigué. En effet, les agriculteurs possédant des oliviers ont développé une forme de location ou de métayage particulière : ils mettent à disposition des sols sous les oliveraies en échange d'une prise en charge du travail du sol et de l'irrigation par le métayer.

Par rapport à Dkhila, les résultats technico-économiques sont supérieurs car :

- **Les rendements sont plus élevés** à Zaouiet du fait notamment de l'accès à l'irrigation
- **Les coûts de production sont moindres** du fait de l'utilisation d'eaux de REUT qui permettent aux exploitants d'économiser sur les engrais

■ Elevage laitier

Contrairement au cas de Mahdia, les éleveurs de Zaouiet Sousse ne sont pas ou peu organisés en coopératives laitières.

En termes de volumes :

- 2 % des volumes produits sont autoconsommés,
- 10 % sont vendus à des crémeries en circuit-court
- 75 % passent par des colporteurs privés travaillant pour les centrales laitières.
- Il existe une ou deux SMSA qui collectent le lait mais en termes de volume seulement 13 % passent par cette voie-là.

Les SMSA, comme les colporteurs privés, revendent aux centrales laitières qui fournissent les industriels dont Vitalait mais pas exclusivement.

La majorité des volumes est donc écoulee par **colporteurs privés**. Par rapport aux **SMSA**, les colporteurs présentent les avantages d'offrir un service de collecte d'une rapidité à toute épreuve et une souplesse dans l'organisation du travail des éleveurs car il suffit de les appeler pour qu'il se déplace. Au contraire, les SMSA ont des jours et horaires de collecte mais qui sont approximatifs et lorsque l'éleveur n'est pas sur place, ceux-ci n'attendent pas et continuent leur tournée, le laissant avec la production sur les bras. Pour l'agriculteur l'économie est surtout en temps, en sécurité d'approvisionnement et **en prise de risque** car si la SMSA ne ramasse pas le lait en temps voulu, la perte est pour lui. Au niveau des prix, les colporteurs payent moins cher que la SMSA mais leur paiement est plus régulier ce qui permet de faire face aux problèmes de trésorerie.

NB : Une meilleure offre de service de la SMSA pourrait permettre aux éleveurs une meilleure rémunération si la question de la prise de risque est mieux prise en compte et si le paiement se fait de manière plus régulière.

La proximité avec la ville de Sousse a permis en parallèle un développement d'un **circuit court** qui représente aujourd'hui environ 10 % des volumes. Le développement de ces circuits-courts présente de nombreux avantages :

- l'agriculteur peut bénéficier d'un prix d'achat au litre plus élevé et surtout d'une rapidité de collecte à toute épreuve car il lui suffit d'appeler le colporteur pour qu'il se déplace
- le consommateur paye son lait moins cher au litre.

L'économie pour le consommateur est double, non seulement le litre de lait coûte moins cher mais en plus il peut bénéficier de produits qui ne lui coûteront que son « temps de travail » pour l'extraction à partir du lait entier.

■ Production fourragère

L'analyse des données technico-économiques permet de mettre en évidence, comme pour Dkhila, **l'insuffisance de la production fourragère locale** qui a pour conséquence une **augmentation des coûts de production significative** pour les productions animales dont les résultats économiques sont plombés par les achats d'aliments. Les chiffres montrent que plus l'agriculteur dépense pour la production de ses fourrages c'est-à-dire plus le poids de la production de fourrages est important par rapport aux coûts totaux, plus la part d'aliments importés est faible, et plus la valeur ajoutée par tête est importante.

Dans les projets d'avenir, la moitié des agriculteurs ayant répondu à la question souhaite racheter du bétail bovin et ovin. Mieux repenser les systèmes de production pour une plus grande rentabilité de ces activités est alors important.

■ Objectifs spécifiques d'amélioration

- Améliorer l'image de la production oléicole irriguée par des eaux de REUT
 - ⇒ communiquer sur la qualité des huiles et les résultats obtenus par le partenariat ONH, Institut de l'Olivier et CRDA
- Répondre aux besoins de la filière lait pour produire davantage de fourrages dans un contexte où le foncier n'est pas détenu par des éleveurs
- Améliorer les résultats technico-économiques et environnementaux par une meilleure intégration agriculture-élevage
 - ⇒ développer les races bovines mixtes pour améliorer la rentabilité des exploitations laitières par une meilleure valorisation de la viande
La réintroduction de races locales ne semble en revanche pas possible du fait du manque d'effectifs en Tunisie.
- Réduire les coûts de production liés à l'alimentation en élevage laitier
 - ⇒ mettre en place de systèmes incitatifs à la production de fourrage par exemple fourniture de semences gratuites par la SMSA en échange de production de fourrages

5.1.8 TH8 BOUES D'EPURATION

■ Des volumes croissants, des débouchés incertains

Conséquence d'un traitement toujours plus poussé des eaux usées urbaines et industrielles, **la production de boues résiduaire d'épuration augmente régulièrement.**

Face à la raréfaction, voire l'absence, d'offres « d'élimination » pérennes et écologiquement satisfaisantes, il est nécessaire d'envisager des solutions de traitement et de valorisation fiables et environnementales viables.

La solution actuellement construite pour traiter les boues de la station de Sousse Hamdoun (1ère tranche) consiste en séchage sur lits. Il existe 195 lits de séchages représentant une charge importante de gestion et des contraintes importantes de manutention. Les boues de Sousse Sud sont maintenant envoyées sous forme liquide à Sousse Hamdoun.

Une étude a été lancée récemment par l'ONAS pour sécher les boues sous serre solaire afin de réaliser un épandage de boue sèche. (De 70 à 80% de siccité). Les investissements, les coûts d'exploitation, les contraintes et les méthodes d'épandage ne sont actuellement pas encore connus pour ce procédé. Il n'existe pas, non plus d'analyse de marché pour ce produit sec.

La **mise en décharge est de moins en moins valide** pour le pays et présente des contraintes économiques de plus en plus importantes.

■ Les intérêts multiples du compostage

Le compostage est un procédé biologique aérobie contrôlé qui autorise la transformation de substrats organiques en un produit stabilisé, hygiénisé, riche en composés humiques : **le compost.**

A Sousse, le complexe de traitement est actuellement en totale refonte, et ne donne pas pleinement satisfaction. La mise en place d'une filière de compostage pourrait éviter l'évacuation d'une grande majorité des boues produites en décharge.

Les quantités de déchets carbonés potentiellement mobilisables pour servir de co-produits en mélange avec les boues, semblent suffisantes. Ceci permettrait de gérer conjointement les déchets végétaux urbains issus des agglomérations de Sousse et Mahdia, ainsi que les déchets végétaux agricoles des productions arboricoles et maraîchères voisines,

La production totale annuelle de composts pourrait s'élever à terme, à 20 000 tonnes pour le site de Sousse.

Mettre en place une filière de compostage représenterait une triple opportunité :

- Valoriser **les boues produites dans le cadre des deux pilotes** (la gestion des boues est l'une des 10 composantes thématiques concernées par la mission d'aide technique de l'IME sur les pilotes REUT)
- Produire **un amendement organique** valorisable sur les terres agricoles et sur les espaces verts, permettant à la fois une fertilisation et un entretien de la teneur en matière organique des sols.

■ Des agriculteurs peu informés

Interrogés sur les boues d'épuration dans le cadre d'une **enquête de terrain** réalisée en décembre 2019, les agriculteurs du périmètre de Zaouïet Sousse¹⁷ ont apporté les éléments de réponse suivants :

- 50% savent que le fonctionnement d'une station d'épuration produit des boues,
- 37% ont déjà entendu parler de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture, comme matière fertilisante,
- 20% ont entendu parler des conditions d'usage des boues, et notamment d'un cadre réglementaire,
- 40% seraient prêts à en utiliser, dans le cadre de la réglementation, contre 60% qui refuseraient.

Globalement on constate **une méconnaissance du sujet**, et **une certaine méfiance**. 6 agriculteurs interrogés sur 10 seraient opposés à l'épandage des boues.

Ces résultats démontrent une fois encore **l'importance d'informer les usagers des EUT**, et à ce titre le rôle des CTV (cellules techniques de vulgarisation) est fondamental, de même que la valorisation des résultats de la recherche nationale sur l'intérêt agronomique et l'innocuité sanitaire et environnementale de ces sous-produits.

La méfiance exprimée peut être abordée **en proposant un produit transformé, hygiénisé et à plus forte valeur ajoutée agronomique : un compost**. C'est ce que nous proposons d'étudier.

¹⁷ 76 agriculteurs interrogés sur les 250 que compte le périmètre : échantillon de 30% de la population, jugé représentatif

- ⇒ Compte-tenu de la situation locale, nous proposons que soit étudiée plus finement par la suite la mise en place d'une plate-forme de compostage à l'échelle de l'agglomération de Sousse
- ⇒ Le manque de références locales sur l'utilisation agricole des boues et des composts mérite d'être également prise en compte, et des réponses doivent y être apportées.

5.1.9 TH9 ECONOMIE DU PERIMETRE IRRIGUE

■ Investissements à prévoir

Avec une STEP de Sousse Sud délestée par la mise en service de Sousse Hamdoun, la qualité de l'eau fournie au PI est maintenant correcte, à défaut d'être conforme à la réglementation (seuils non atteints pour les marqueurs bactériologiques de l'arrêté du 26 mars 2018 sur les rejets de STEP au milieu aquatique). La réhabilitation du réseau réalisée entre 2016 et 2018 (station de pompage, extension, drainage) a permis une extension du périmètre, une rénovation de la station de pompage et la mise en service d'un réseau de drainage sur une partie du PI. Les perspectives sont bonnes, même si des dysfonctionnements sont encore constatés sur le réseau, qui impactent la qualité de service.

Le moment est opportun pour réfléchir :

- à la mise en place d'un **traitement tertiaire** pour le PI, afin de garantir le respect des normes, voire d'anticiper une évolution réglementaire qui permettrait des usages plus sensibles,
- à une **réhabilitation de la ligne de production et de la distribution** du PI de Zaouïet Sousse afin de garantir de meilleures conditions de service,
- à une option permettant une plus grande **autonomie électrique au PI** par rapport aux contraintes de fourniture imposée par la STEG (effacements à l'heure de pointe),
- à une **coordination hydraulique avec la STEP de Sousse Hamdoun**, et le nouveau PI REUT qu'il est prévu de mettre en place sur cette ressource, Ath Thrayât.

Des **investissements importants** en infrastructure, en cumul de l'ordre d'une dizaine de millions de Dinars tunisiens pourraient donc être réalisés dans les prochaines années, suite aux conclusions de ce projet pilote. Ils sont détaillés dans le chapitre 5.2.

Ces investissements ne seront justifiés que par une progression du fonctionnement économique du PI et de la **valorisation de l'eau agricole**.

Si la capacité à payer des agriculteurs irrigants est démontrée, une **évolution de la tarification** de l'eau pourra être envisagée, pour mieux prendre les frais d'exploitation maintenance du PI, voire également tout ou partie d'un traitement tertiaire.

■ Valorisation agricole de l'eau

Les principales filières identifiées à Zaouïet sont l'huile d'olive, la production laitière et la production fourragère essentiellement autoconsommée pour la production laitière

Les systèmes de production associés présentent un avantage double : ils permettent de diminuer les coûts tout en mobilisant moins de surface. Les coûts de production sont moindres

du fait de l'utilisation d'eaux de REUT qui permettent aux exploitants d'économiser sur les engrais. Même si certaines difficultés peuvent apparaître (qualité de l'huile détériorée en cas de sur-irrigation, mécanisation plus complexe des travaux à la parcelle), le bilan reste **positif pour l'association de culture** oliveraie / culture fourragère intercalaire.

- Pour les **oliveraies** on note une **très grande variabilité des performances technico-économiques** qui va de 5 500 dinars par hectare à autour de 18 000 dinars par hectare soit un facteur 3,3 ; la médiane est à 10 000 dinars par hectare. A noter que les performances par hectare ne sont pas corrélées à la surface.
- Pour le **fourrage** il existe aujourd'hui **un réel potentiel pour produire à moindre coût localement**, car aujourd'hui la production tunisienne ne suffit pas à couvrir les besoins du cheptel. L'alimentation repose pour partie sur des **produits importés** dont le coût s'est envolé ces dernières années.

Il existe une corrélation négative, non pas au sens statistique du terme mais de manière qualitative, entre le poids que représente le coût de l'alimentation et la performance économique des exploitations.

La marge brute médiane par tête de bovin lait est de 3 000 DT sur les agriculteurs enquêtés, ce qui correspond à un poids de 40% de l'alimentation dans le produit brut.

Ce périmètre présente ainsi **un bon niveau d'intégration agriculture-élevage**.

■ Tarification de l'eau

La tarification de l'eau pour la REUT à 0.020 DT le m³ conçue à l'origine comme un encouragement à la REUT devient, en fait, une gêne et un handicap à la promotion de la REUT. A tel point que plusieurs PI REUT ont augmenté le prix sans réelle levée de bouclier des agriculteurs y compris Zaouïet Sousse à 0.050 DT le m³.

Ce tarif reste très faible au regard de la valeur ajoutée de l'eau, pourvu que le système agricole soit rentable.

L'amélioration prévue du fonctionnement du PI de Zaouïet Sousse tant du point de vue de la continuité du service de l'eau (réhabilitation du PI : augmentation du débit de pointe ou des capacités de stockage tampon) que de la qualité livrée (maintien d'un débit réduit à la STEP de Sousse Sud), peut justifier une augmentation du tarif de l'eau.

De même, le développement des traitements tertiaires d'affinage de l'eau doit pouvoir amener une qualité supérieure, et, à terme, une diversification des usages.

Le prix de l'eau pourrait être calculé en fonction des charges des deux principaux intervenants (ONAS si traitement tertiaire + CRDA) et des GDA. Ceci **à condition que les agriculteurs aient la capacité à payer**, c'est-à-dire que le modèle économique agricole soit rémunérateur.

Une étude de la tarification des EUT à réutiliser devrait aboutir à une reconsidération des prix de vente aux agriculteurs, aux industriels et aux autres ré-utilisateurs.

5.1.10TH10 EXTERNALITES ENVIRONNEMENTALES

Le fonctionnement du PI de Zaouïet Sousse n'est aujourd'hui pas spécialement réfléchi pour optimiser son impact environnemental. Pourtant il existe des opportunités, tant en termes de **suivi** qu'en termes d'interventions ou **évolution des pratiques**.

Nous proposons de mettre en œuvre des mesures qui permettront à la fois l'amélioration du suivi de l'impact de la REUT, et l'amélioration du bilan environnemental global.

■ Suivi de l'impact des EUT excédentaires de la STEP de Sousse Sud

Le PI ne valorise qu'une fraction des EUT de la STEP. En période de pointe des besoins estivaux, le volume journalier pourrait être en principe dirigé vers le PI pour être valorisé à 100% (moyennant une amélioration du stockage tampon pour mieux réguler les débits). Mais le reste de l'année, un volume plus ou moins important, non valorisable faute de besoin agricole, rejoint la sebkha de Sousse.

A ce jour, aucun suivi ni en quantité ni en qualité n'est réalisé sur l'impact de ce rejet.

■ Suivi de l'impact des eaux d'infiltration du PI vers l'aquifère M'Saken

Les doses d'irrigation apportées à ce jour excèdent les besoins des cultures, en raison du mode d'irrigation pratiqué (irrigation à la raie). Un phénomène de drainage important est très probable. C'est d'ailleurs ce qui a provoqué l'hydromorphie qui a impacté une partie du PI depuis 1995, et causé la mortalité de certains oliviers.

Ce drainage peut également impacter la qualité des eaux souterraines, en positif (abaissement de la salinité par dilution, la nappe étant plus salée que les EUT) ou en négatif (augmentation des teneurs en azote et phosphore voire en bactériologie si le transfert dans la zone non saturée n'est pas efficace).

Le suivi réalisé à ce jour (piézométrie sur quelques puits, salinité) est intéressant, mais incomplet pour mesurer l'impact du PI. Il mériterait d'être systématisé, approfondi sur quelques paramètres, et faire l'objet d'un rapport régulier.

■ Diversification des usages des EUT

La zone industrielle de Sousse est proche de la STEP de Sousse Sud (1 km vers l'Est à vol d'oiseau, 1.5 km en longeant pistes et routes). A ce jour ces industries prélèvent leur eau de process soit dans des forages, soit dans l'eau potable. Dans les deux cas une substitution de tout ou partie de ces ressources par les EUT bénéficierait aux équilibres hydrauliques régionaux.

Moyennant un traitement tertiaire intensif améliorant la qualité de l'eau, et en excluant les usages agro-alimentaires, il est probable que des débouchés industriels soient envisageables. Cette opportunité est à étudier.

■ Alimentation de la station de pompage en énergie renouvelable

La SP alimentant le PI de Zaouïet rencontre des difficultés liées à sa conception, au manque de stockage tampon, et aux choix d'exutoire récemment décidés pour les eaux excédentaires. L'une des problématiques principales est également le coût de la facture d'électricité et les

effacements liés aux horaires de pointe de la STEG, qui impactent fortement le PI dans des horaires où la STEP produit des EUT à plein régime (début de soirée).

La mise en place d'une source d'électricité alternative pourrait permettre de pallier ces questions d'effacement, voire de réduire la facture. Nous étudierons dans un chapitre suivant la possibilité d'implanter une unité photovoltaïque, avec ou sans batteries, pour alimenter la station de pompage.

On notera toutefois que le prix de vente de l'électricité en Tunisie est aujourd'hui très subventionné, et il n'est pas certain que la solution du photovoltaïque pour alimenter partiellement ou intégralement la SP soit rentable.

■ Développement d'une filière d'économie circulaire pour la gestion des boues

A ce jour, la gestion des boues d'épuration sur l'agglomération de Sousse se résume, selon les cas, au mieux à un stockage avant de potentielles opportunités de valorisation (matière en retour au sol ou énergie avec les cimentiers), au pire à une mise en décharge.

Le retour d'expérience de la région marseillaise démontre clairement l'intérêt technico-financier de la mise en place d'une filière de **co-compostage des boues d'épuration**, en rassemblant des déchets végétaux comme substrats carbonés complémentaires. Les 40 000 tonnes de boues à 30% MS de l'agglomération de Sousse permettraient de générer 25 000 tonnes de compost environ. Le gisement de déchets verts, s'il était correctement collecté, pourrait être compatible avec cette option qui présente le triple intérêt :

- (i) de gérer deux déchets avec une seule solution
- (ii) de développer une activité économique qui a démontré sa rentabilité
- (iii) de produire un amendement organique hygiénisé utilisable dans les périmètres irrigués de la région pour entretenir les teneurs en matière organique et la fertilité des sols

Les collectivités interrogées sur la question ont exprimé leur intérêt.

Il en est question dans le rapport spécifique de TH8, gestion des boues.

5.2 SYNTHÈSE GLOBALE (SWOT)

FACTEURS	FAVORABLES	DEFAVORABLES
INTERNES	<u>FORCES</u> 1. Une identité solide Retour d'expérience de plus de 30 ans Agriculteurs convaincus de l'intérêt de la REUT Forte demande des EUT GDA en place 2. Une qualité d'eau maintenant satisfaisante Bonne qualité d'eau depuis 2019 avec le délestage des EUT excédentaires de Sousse Sud vers Sousse Hamdoun 3. Une économie agricole qui a des atouts Bonne intégration agriculture-élevage Structures d'approvisionnement et de commercialisation en place (SMSA) Résultats technico-économiques moins défavorables qu'ailleurs du fait d'un coût de l'eau et des fertilisants plus faible grâce à la REUT Pas de problème de commercialisation ni de décote sur le prix du lait ou de l'huile provenant du PI REUT Circuits courts de vente du lait Prix des EUT déjà passé sans heurts à 50 millimes /m³, au-delà du plancher réglementaire de 20 millimes 4. Des centres de recherche mobilisés Travaux de l'institut de l'olivier relatifs aux impacts de la REUT sur la qualité de l'huile d'olive	<u>FAIBLESSES</u> 1. Un passif historique récent Passif années 2010 de mauvaise qualité de l'eau Desserte en eau 2019 défectueuse (pannes station de pompage) 2. Une coordination insatisfaisante et un climat de défiance Absence de conventionnement entre les acteurs Manque de confiance entre les acteurs (ONAS / CRDA / agriculteurs) Méfiance vis-à-vis du résultat des analyses sanitaires Méfiance vis-à-vis de l'impact de la REUT sur la qualité organoleptique et sanitaire des produits 3. Une gestion sanitaire insuffisante Absence de plan de surveillance et de suivi de la qualité des eaux selon les exigences de la réglementation en vigueur Manque de formation des usagers de l'eau par rapport au risque sanitaire 4. Des pratiques agricoles globalement peu efficaces Morcellement foncier Disparition de la main d'œuvre familiale Pratiques d'irrigation archaïques Economie fragile (déficiente ?) de l'élevage bovin laitier, production majoritaire du PI car : - Prix du concentré au cours mondial, élevé, - Prix du lait non rémunérateur. Difficultés d'organisation collectives en SMSA au détriment de la rémunération des éleveurs Vente progressive du cheptel Résultats technico-économiques de l'agriculture dégageant une marge faible, insuffisante pour assurer une vie digne à une famille

FACTEURS	FAVORABLES	DEFAVORABLES
EXTERNES	<u>OPPORTUNITES</u> 1. Une mobilisation collective des acteurs institutionnels Dynamique nationale REUT (ex : plan national REUSE 2050). Stratégie ONAS de mise en service de traitements tertiaires pour les EUT, notamment ici pour Sousse Sud et Sousse Hamdoun (découlant des normes en vigueur sur la qualité des EUT arrêté du 26 mars 2018) Souci d'améliorer la gestion du système de surveillance des impacts sanitaires et environnementaux 2. De nouvelles infrastructures et ressources en EUT Possibilités de réalimentation / maillages du PI suite à la mise en service de la STEP de Sousse Hamdoun 3. Des pistes généralisées de progression technique Introduction de nouvelles technologies de traitement de l'eau et d'irrigation, pour le respect des exigences sanitaires et l'économie d'eau au niveau du périmètre 4. Des marchés potentiels pour la production agricole Volonté de développer la culture du coton par OEP Possibilités de diversifier les cultures, notamment vers l'arboriculture Déficit fourrager tunisien, prix du complément alimentaire importé et appel d'air pour la production de fourrages locaux 5. Un modèle de gestion des boues à inventer Gisement de déchets verts pour co-compostage Compostage des boues : approche d'économie circulaire avec gestion d'un déchet et création d'un produit de valeur agronomique	<u>MENACES</u> 1. Une dynamique collective en perte de vitesse Manque de considération politique pour la REUT Dissensions et manque de communication entre acteurs de la filière REUT Affaiblissement du GDA, développement de l'individualisme des agriculteurs Baisse de l'acceptabilité sociale des pratiques de REUT et impact commercial sur la vente des produits 2. Des moyens de production agricole handicapants Poursuite de l'urbanisation et perte de foncier Disparition de la main d'œuvre familiale Diminution du cheptel bovin, engendrée par une baisse prolongée des prix du lait et une augmentation des coûts de production 3. Des moyens publics insuffisants Couverture des frais de fonctionnement de l'ONAS (détérioration de la qualité de l'eau) Fonctionnement de la station de pompage Financement du GDA

6 PLAN D'ACTIONS

Le plan d'action découle directement de l'étape de diagnostic participatif et technique réalisé précédemment.

Les actions s'inscrivent dans une **approche par objectifs** (stratégiques / opérationnels), et elles sont organisées autour des **10 thématiques identifiées** dans notre méthodologie. Certaines d'entre elles concernent spécifiquement le site de Zaouïet Sousse, d'autres celui de Mahdia Dkhila, la majorité est commune à l'ensemble des PI REUT.

Chacune de la **quarantaine d'actions** proposée est résumée dans une '**fiche action**' spécifiques.

L'ensemble des fiches actions est proposé en **ANNEXE 6**.

6.1 PRINCIPES DU PLAN D'ACTIONS

6.1.1 OBJECTIFS STRATEGIQUES

Les ateliers participatifs ont identifié un objectif général, décliné en six objectifs stratégiques puis en sous-objectifs opérationnels. L'objectif général (OG) est le suivant : « développer un périmètre pérenne et un exemple de réussite à répliquer ». Les actions du plan sont rattachées à la fois aux 10 thématiques, qui forment l'ossature méthodologique de notre approche, et aux **objectifs stratégiques et opérationnels** tels qu'identifiés ci-dessous :

- OS1 Assurer un **service de l'eau** de qualité par rapport à la continuité du service et à la qualité de l'eau
 - o Assurer un service de l'eau en continu
 - o Garantir des eaux usées conformes aux normes
 - o Etablir un système de surveillance
- OS2 Assurer la **confiance** dans le système
 - o Diffuser les informations du périmètre sur la qualité des eaux usées traitées et la qualité des produits agricoles
 - o Développer les références technico-scientifiques et communiquer sur la REUT
 - o Développer des mesures de protection des agriculteurs
- OS3 Assurer une bonne **gouvernance** du périmètre
 - o Déterminer les tâches les missions et les responsabilités de chaque partie
 - o Dialoguer avec les parties prenantes sur la REUT (acteurs locaux, nationaux et internationaux)
- OS4 Assurer la **qualité de la production agricole**
 - o Garantir des produits agricoles de qualité
 - o Introduire de nouvelles techniques d'irrigation

- OS5 Assurer la **durabilité économique** du système
 - o Assurer les débouchés agricoles
 - o Assurer la rentabilité économique des productions agricoles
 - o Fixer un juste prix de l'eau agricole
- OS6 Assurer la **durabilité environnementale** des pratiques
 - o Maîtriser l'impact environnemental
 - o Diversifier les filières de valorisation des EUT et des boues

6.1.2 ECHELLE, TYPOLOGIE D'ACTIONS

On considère que les actions peuvent concerner **trois échelles géographiques** possibles :

- Locale (= le PI de Zaouïet)
- Régionale (= le gouvernorat)
- Central (= la Tunisie en général, et plus spécifiquement les ministères)

Les actions peuvent relever de **différentes typologies** :

- Recherche (= mobilisation des centres de recherche et universités)
- Travaux (= investissements lourds sur des infrastructures)
- Achats (= analyses, matériel, équipement)
- Renforcement de capacité (= formation des techniciens, des usagers ou d'autres parties prenantes)
- Coordination (=études préalables, amélioration du fonctionnement entre les acteurs,)
- Régulation (= interventions du législateur ou des ministères)

On retrouve ces critères descriptifs dans les 'fiches actions'.

6.1.3 PROPOSITIONS MAJEURES

Au-delà des fiches actions, **quatre propositions majeures** font l'objet d'une analyse plus détaillée :

- infrastructure de traitement et d'adduction,
- ferme pilote,
- système de vigilance sanitaire,
- groupe projet (*Cf. rapport spécifique 'Institutionnel'*).

Les trois premières propositions sont présentées ci-après.

6.2 PROPOSITION MAJEURE 1 : INFRASTRUCTURES

Ce volet d'étude porte sur un projet pilote mené en concertation avec les acteurs de l'assainissement et ceux de l'agriculture sur le périmètre de Sousse Sud. Il vise à amener des résultats exploitables pour faire progresser la filière REUSE tunisienne.

Il comporte :

- **Un diagnostic hydraulique du fonctionnement** de la filière actuelle de gestion des eaux usées traitées à partir de la station d'épuration de Sousse Sud.
- **Deux propositions de variante** d'évolution du système de traitement et irrigation du périmètre de Zaouiet.
- **Une description de travaux** pour chacune de ces variantes.
- **Un chiffrage budgétaire** des travaux et estimation des charges et recettes correspondantes intégrant les évolutions prévues pour le deuxième périmètre irrigué.
- **Une comparaison technico-économique** des deux variantes sur une période de 20ans.

Localisation



Figure 51 : Vue aérienne du site

6.2.1 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DE L'INFRASTRUCTURE

Les paragraphes suivants décrivent le fonctionnement du réseau actuel et récapitulent ses problématiques.

6.2.1.1 FONCTIONNEMENT ACTUEL DU SYSTEME D'IRRIGATION

La station actuelle n'est pas équipée de traitement tertiaire, les eaux usées traitées sont pompées au fil de l'eau par une station enterrée d'un état moyen, comportant des limitations en temps de fonctionnement due à des restrictions électriques.

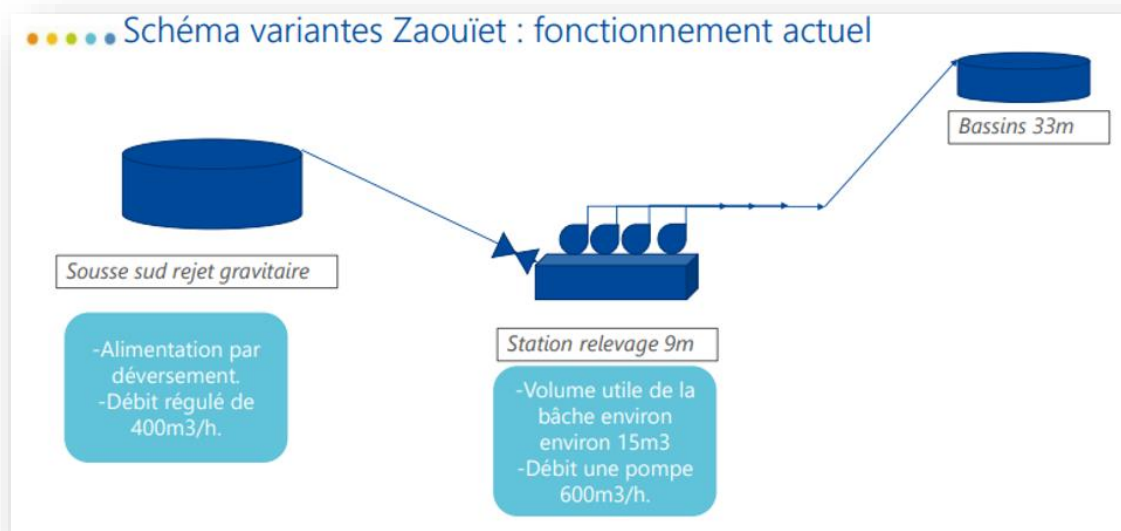


Figure 52 : Infrastructure hydraulique actuelle du PI

Traitement

Les eaux issues de la station d'épuration de Sousse Sud ne subissent pas de traitement tertiaire. Le volume de traitement a été récemment réduit à 10000m³/j en continu, soit 400m³/h (initialement à 22 000m³/j).

Station de pompage

La station de pompage est alimentée par gravité dans une fosse d'environ 20m³. Deux pompes fonctionnent avec une aspiration basse dans la fosse. Une pompe de marque LOWARA, 45KW, point de fonctionnement nominal : 45m à 252m³/h, rendement 72%. D'anciennes pompes non fonctionnelles de marque Arian, de 45Kw, 252 m³/h, HMT 40m sont aussi installées dans la station.

Bilan des consommations

BESOIN	ACTUEL
Débit de pointe	159 l/s
Débit moyen/an	91 l/s

Comptage

Les compteurs en place et la mesure de débit sont Hors Service, de sorte que l'exploitant n'a pas connaissance des débits pompés. Avec notre débitmètre électromagnétique, nous avons mesurés les débits des pompes. Celui-ci est de 600m³/h avec la pompe principale.

Fonctionnement

Le Hauteur manométrique totale est de 19m en fonctionnement. Nous rappelons ici la cote d'arrivée dans le bassin de 33m NGT.

La puissance électrique mesurée conduit à un rendement de la pompe d'environ 62%.

Le point de fonctionnement théorique des pompes est de 252m³/h pour une HMT de 43m.

Le fonctionnement de cette pompe n'est pas adapté aux caractéristiques de la canalisation de refoulement. Ainsi, lorsqu'une pompe est en fonctionnement, la fosse se vide rapidement car le débit de l'arrivée gravitaire est insuffisant.

La pompe s'arrête rapidement en mode de sécurité « niveau bas », et la fosse se remplit à nouveau, mais très rapidement. L'arrivée n'étant pas équipée d'un système de fermeture en fonction de la hauteur d'eau, le risque de débordement et de noyage de la station est réel. La surveillance et la fermeture de la vanne d'arrivée est manuelle.

6.2.1.2 CONSTAT

En l'état, ce fonctionnement est très instable et requiert une régulation pour éviter ces manipulations incessantes et le nombre d'arrêt / démarrage des pompes. (préjudiciable à leur durée de vie).

L'opérateur fonctionne en « aveugle » car il n'y a pas de possibilité de compter le volume pompé.

Ce constat provoque des défauts de gestion et d'alimentation en eau du bassin.

En urgence, il convient de **réduire le débit pompé** en réglant celui-ci à 400 m³/h maximum. Il faut, pour cela, **tiercer légèrement une vanne de refoulement**, et contrôler le débit pompé. (le débitmètre actuel n'est pas fonctionnel).

Cette solution est une solution **temporaire** d'urgence, mais permettra de mieux gérer le remplissage du bassin cet été. Il faut s'attendre à augmenter les charges énergétiques dans cette solution temporaire.

Les paragraphes suivants énumèrent et chiffrent les travaux nécessaires à la régulation du système actuel de pompage et à la mise en place d'un traitement tertiaire destiné à améliorer et sécuriser le niveau de qualité de l'eau d'irrigation. (Variante 1)

6.2.1 EVALUATION DES BESOINS EN EAU

Pour analyser l'adéquation entre les ressources mobilisées à partir de la STEP de Sousse Sud (réduite à 10.000 m³/j) et les besoins des cultures en mois de pointe, on a procédé au calcul des besoins réel des cultures.

Les calculs d'évaluation des besoins en eau sont détaillés dans des tableaux en **ANNEXE 5**.

L'objectif étant d'améliorer l'intensification du PPI, le calcul des besoins en eau s'est basé sur l'occupation du sol projetée dans l'étude de réhabilitation du PPI (2018) ayant pour objectif un taux d'intensification de 141%.

Tableau 27 : Taux d'intensification cultural du PI

Désignation	Hiver		Eté	
Hors assolement		252,00		252,00
Arboriculture		252,00		252,00
Olivier		252,00		252,00
Luzerne		0,00		0,00
Assolement		197,00		80,00
Sole1	Fourrages	137,00		80,00
	Orge en vert	57,00	Sorgho fourrager	80,00
	Vesce avoine foin	80,00		
	Bersim	60,00		
Sole 2	Céréales	60,00		
	Orge	60,00		
Total		449,00 ha		332,00 ha
Taux d'intensification		1,41		

Il en ressort que, pour satisfaire les besoins en eau en mois de pointe, le réseau de distribution doit être alimenté par un débit de l'ordre de 192 l/s pendant 16 heures d'irrigation. En effet, la consommation en eau totale du périmètre (m³) en mois de pointe (Juillet) s'élève à 332 546 m³ soit un débit de l'ordre de 192 l/s pour une durée d'irrigation de 16 heures.

Or pour la même durée d'irrigation les ressources disponibles sur Sousse Sud (10 000 m³/j) ne garantissent que 174 l/s. En juillet (et en juillet seulement) les besoins ne sont pas couverts intégralement, mais à 90%.

Dans la configuration actuelle d'alimentation du PI de Zaouïet Sousse par la STEP de Sousse Sud à 10 000 m³/j, **les volumes traités ne permettent pas l'alimentation complète du PI en juillet** (mois de pointe).

Tableau 28 : Besoins totaux du périmètre irrigué et débit d'équipement

Culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
Fourrages													
Orge en vert	0	28 427	31 475	18 986	13 890	10 647	15 688	0	0	0	0	0	119 112
Vesce avoine foin	0	10 438	15 905	5 127	13 083	28 648	34 902	17 354	0	0	0	0	125 458
Bersim	0	39 897	37 893	23 441	21 631	21 796	34 902	0	0	0	0	0	179 560
Sorgho fourrager	82 493	0	0	0	0	0	0	0	30 383	94 531	172 924	136 053	516 385
Total net fourrages	82 493	78 763	85 272	47 554	48 604	61 091	85 492	17 354	30 383	94 531	172 924	136 053	940 515
Total brut fourrage (Eff = 0,65)	126 912	121 173	131 188	73 160	74 775	93 986	131 526	26 699	46 744	145 433	266 037	209 313	1 446 946
Céréales													
Orge	0	29 923	33 131	21 015	16 224	12 920	16 514	13 016	0	0	0	0	142 743
Total net céréales	0	29 923	33 131	21 015	16 224	12 920	16 514	13 016	0	0	0	0	142 743
Total brut céréales (Eff = 0,65)	0	46 035	50 971	32 331	24 959	19 878	25 406	20 024	0	0	0	0	219 605
Total brut (eff = 0,8)	158 640	209 011	227 700	131 864	124 668	142 330	196 164	58 404	58 430	181 791	332 546	261 641	2 083 188
Nombre de jours d'irrigation par mois	30	30	20	20	20	20	28	28	30	30	30	30	
Superficie irriguée (ha)	254	334	254	254	254	254	254	80	80	80	80	80	
Besoins à l'ha irrigué	625	626	896	519	491	560	772	730	730	2 272	4 157	3 271	
Débit l/s (16h de pompage)	92	121	132	76	72	82	114	34	34	105	192	151	
Débit spécifique d'équipement du périmètre (l/s/ha)	0,36	0,36	0,52	0,30	0,28	0,32	0,45	0,42	0,42	1,32	2,41	1,89	

6.2.2 VARIANTES D'INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

Si l'on analyse plus en détail la figure 1, on voit clairement que la station de Sousse Hamdoun est en bordure du périmètre de Zaouïet Sousse.

Il existe un projet à venir qui consiste à réaliser un périmètre irrigué au sud de la station de Sousse Hamdoun.

Pour celui-ci, il est prévu la construction d'un traitement tertiaire pour Sousse Hamdoun et un pompage des eaux traitées vers une réserve de régulation de l'irrigation.

A partir de ce contexte, deux schémas peuvent être étudiés :

Variante 1 : Poursuite du système actuel pour Zaouiet Sousse, puis mise en place d'un deuxième périmètre indépendant.

Dans ce cas, il convient d'apporter les améliorations indispensables à la régulation hydraulique décrite ci-dessus.

Variante 2 : Construction d'un nouveau système d'irrigation issu de la Step de Sousse Hamdoun pour Zaouiet et abandon du pompage actuel.

Dans ce cas, on imagine qu'une partie des investissements et des charges d'exploitation sera commune aux deux périmètres.

Pour choisir la meilleure des options, il faut étendre notre étude à la **prévision de fonctionnement et d'investissements liés au deuxième périmètre** et simuler les deux fonctionnements pour un horizon d'une vingtaine d'année.

6.2.2.1 DESCRIPTION DE LA VARIANTE 1

■ Solution hydraulique

Le système de régulation doit permettre un démarrage des pompes depuis la commande, et l'arrêt de la gestion de la vanne d'arrivée qui doit rester un mode de fermeture de sécurité de la fosse.

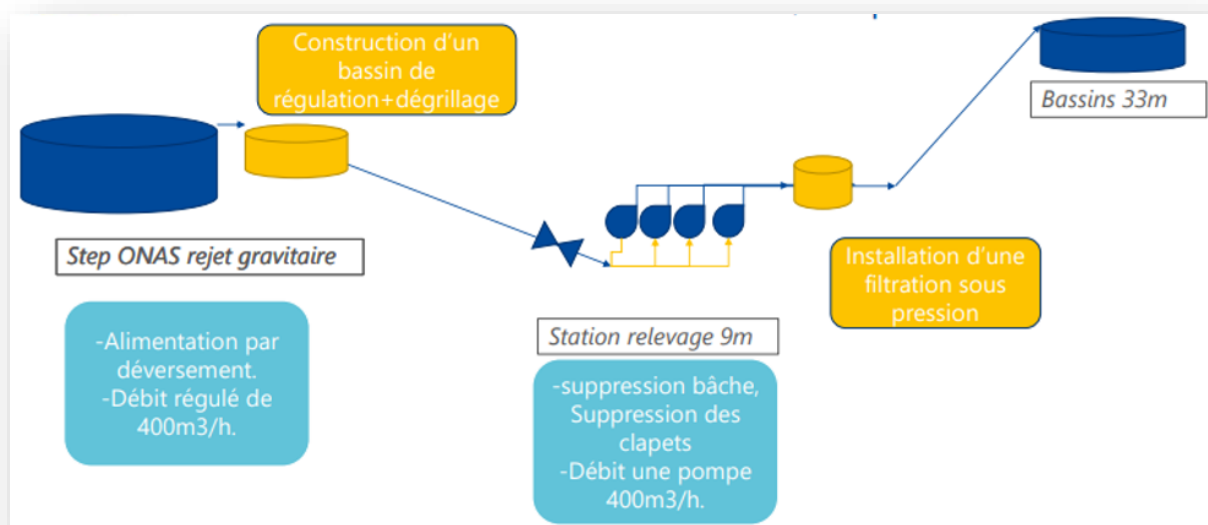


Figure 53 : Infrastructure hydraulique, variante 1, étape 1

La solution consiste à créer une réserve d'eau traitée au niveau de la station, si possible équipée d'un système de dégrillage, car nous avons constaté des blocages des pompes dues à des macro-déchets.

La fosse basse doit être supprimée et l'arrivée directement raccordée à l'aspiration des pompes. Il n'y a donc plus de risque de débordement au niveau de la station, et la canalisation gravitaire sera exploitée sous pression (0,5 bar maxi). Bien entendu, il convient, au préalable de vérifier l'état de cette canalisation et le niveau des regards d'accès actuel.

Toutefois, l'ONAS alerte sur le fait qu'il n'y a **pas de réserve foncière sur le site de la station de Soussé Sud**, et qu'il serait nécessaire de trouver un autre site pour le bassin de stockage.

Simulation de la pompe avec un dispositif de traitement sous pression.

Le fait de placer un filtre à sable sur le refoulement de la pompe ajoute environ 1 bar de perte de charge supplémentaire sur le refoulement de la pompe.

Le débit pompé va donc baisser et se rapprocher du point de fonctionnement optimal de la pompe sans toutefois l'atteindre (252m³/h avec 43m de HMT). Une première estimation permet d'estimer un point de fonctionnement à 400m³/h et HMT de 30m environ.

Le rendement de l'ensemble sera donc amélioré et le débit pompé réduit permettra de se rapprocher de la production moyenne d'eau issue de la Station d'épuration, et donc, résoudre partiellement le problème de régulation actuellement constaté.

■ Equipement et estimation

Réserve d'eau traitée avec dégrillage

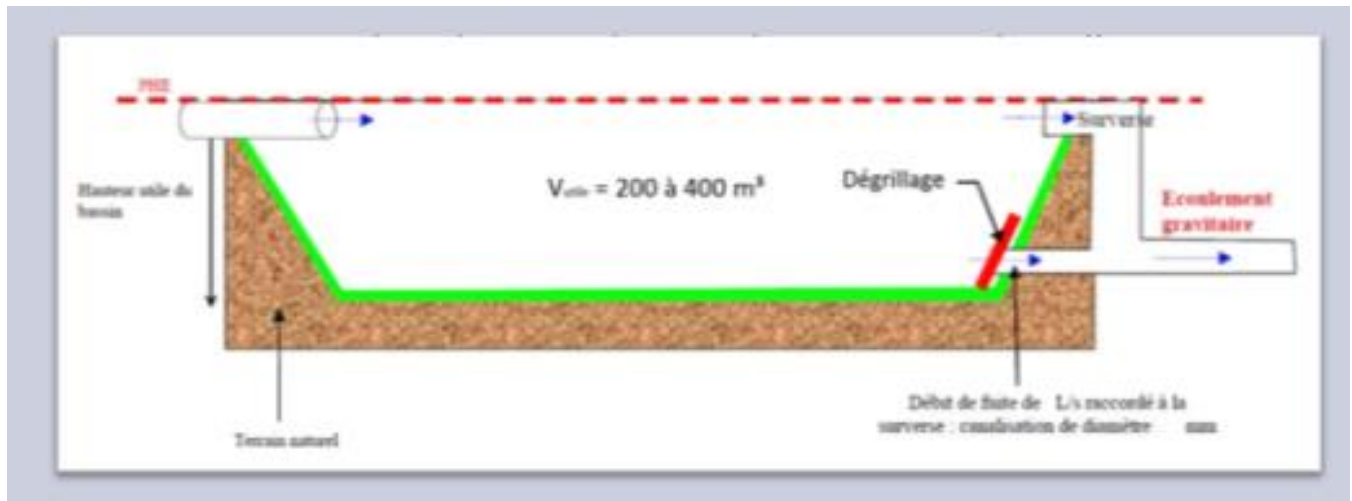


Figure 54 : Bassin de stockage, vue en coupe

La construction et l'aménagement du bassin sont estimés à 350 000 DNT (110 000 €).

Collecteur d'aspiration

L'abandon de la fosse, la pose et le raccordement d'un collecteur sont estimés à 220 000 DNT (70 000 €).

Filtration

L'effluent est distribué en continu en surface du filtre et traverse une couche de sable qui va retenir les particules. Pour éviter son colmatage, un rétro-lavage est déclenché sur horloge ou sur perte de charge. La filtration est alors interrompue et de l'eau filtrée est injectée dans le filtre dans le sens opposé à la filtration pour évacuer les MES piégées au sein du sable. L'eau de lavage, chargée en MES, est récupérée et évacuée hors du filtre.

L'installation de filtres à sable est une condition nécessaire au bon fonctionnement du traitement par Ultra-Violet.

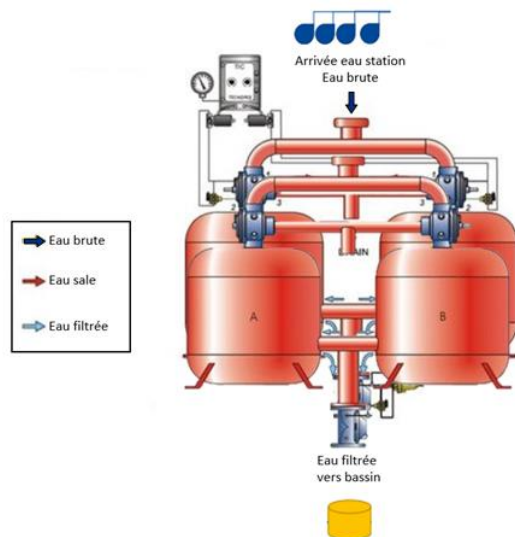


Figure 55 : Filtre à sable sous pression

L'installation d'une filtration à sable avec cycles de rétro lavages pour un traitement de 400 m³/h est estimée à 1 300 000 DNT (420 000 €).

Traitement Ultra-Violet

Les UV agissent efficacement sur la plupart des micro-organismes.

Les UV agissent sur l'ADN ou l'ARN des micro-organismes, en modifiant le nucléotide appelé thymine, l'une des quatre bases azotées des micro-organismes. Une fois cette modification effectuée avec la production d'un dimère, le micro-organisme ne peut plus se reproduire et il meurt.



Figure 56 : Lampe de traitement UV sous pression

Les réacteurs UV permettant la désinfection de l'eau sont d'abord faciles à installer et à utiliser. Ils n'agissent pas sur la matrice physico-chimique de l'eau : l'eau qui en sort est identique à la qualité physicochimique de l'eau en amont, elle sera juste désinfectée en plus. Tous les autres désinfectants de l'eau (chlore, eau de javel, bioxyde de chlore, ozone) vont tous avoir d'autres effets sur l'eau alors que les UV ne vont s'occuper que des micro-organismes. De plus, ils ne provoquent pas de sous-produit ni de résiduel.

Si l'investissement de départ dans le réacteur permettant le traitement est plus ou moins important, ce traitement est ensuite l'un des moins chers existants. Sa consommation

énergétique est faible et les lampes à UV seront à changer toutes les 10 000 à 15 000 heures ou 12 à 18 mois.

Une seule condition limite ce procédé de désinfection : la qualité de l'eau à traiter. Elle doit impérativement être assez claire pour que la désinfection soit efficace et ne limite pas l'action du rayonnement UV. Au niveau du consommateur, les UV ont l'avantage de ne pas avoir d'action sur les goûts et les odeurs, de bénéficier d'une absence de corrosion et de produits chimiques dangereux. Enfin, ils ne provoquent pas d'accoutumance comme avec le chlore.

L'installation d'un équipement de traitement Ultra-Violet est estimée à 250 000 DNT (80 000 €).

■ Estimation Variante 1 périmètre Zaouïet

Tableau 29 : Décomposition des coûts, variante 1, étape 1

Variante 1	Coût Infrastructures €
Bassin	110 000
Collecteur	70 000
Filtration	420 000
UV	80 000
Station de pompage	10 000
Nouveau bassin	280 000
NP Canalisations 1 km	200 000
Canalisation distribution	200 000
TOTAL	1 370 000

L'investissement de la variante 1 pour optimiser la distribution et améliorer la qualité de l'eau à destination de l'irrigation du périmètre de Zaouïet serait de 1 370 K€..



Figure 57 : Schéma récapitulatif, variante 1, étape 1

6.2.2.2 VARIANTE 1 : EVALUATION DES TRAVAUX POUR LE PERIMETRE 2

■ Fonctionnement

Dans nos hypothèses de simulation, nous prévoyons que le périmètre irrigué de Ath Thrayât sera mis en service à l'année 6. Cette hypothèse est réaliste étant donné que ce PPI est en phase étude, et que les fonds de réalisation des travaux ne sont pas encore mobilisés. Celui-ci sera alimenté à partir du traitement tertiaire de la step de Sousse Hamdoun.

●●●●● Schéma variantes Sousse : variante 1, étape 2

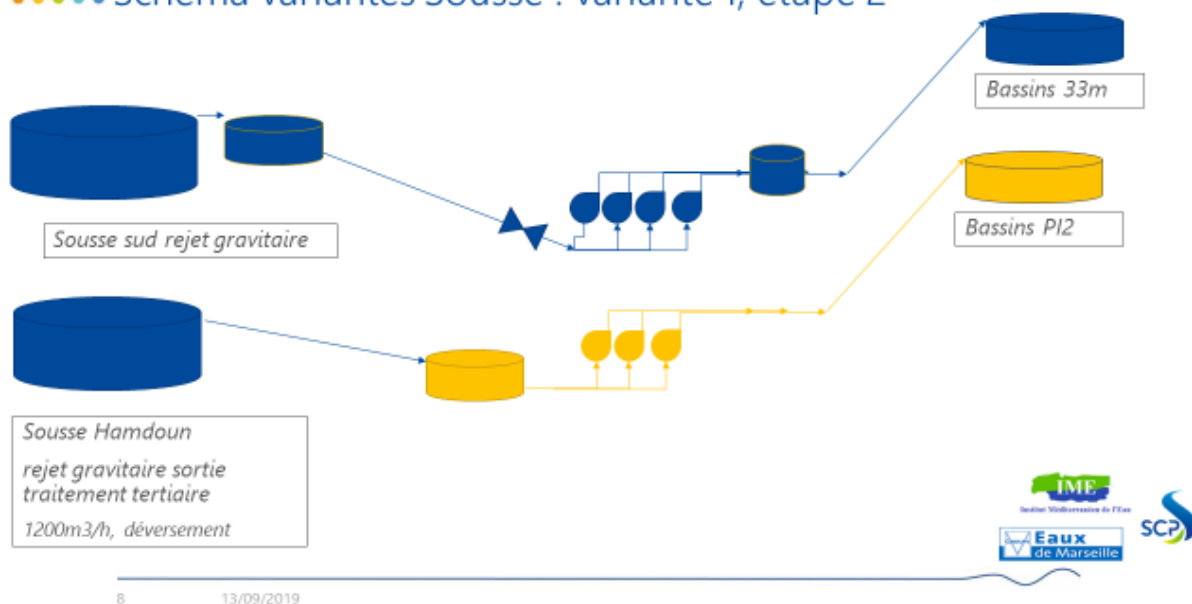


Figure 58 : Infrastructure hydraulique, variante 1, étape 2

Les travaux prévoient les ouvrages suivants :

- Un bassin de régulation avant pompage.
- Une station de pompage pour le périmètre 2.
- Un bassin de bassin de mise en charge.
- Un réseau d'adduction vers le bassin de mise en charge.

Le projet (sans le réseau d'irrigation gravitaire) est évalué à :

Tableau 30 : Décomposition des coûts, variante 1 étape 2

Bassin des eaux usées traitées 1000m3		280 000
Station de pompage		250 000
Bassin de mise en charge		280 000
Canalisation adduction (2km)		400 000
Bâtiments, électricité...		300 000
		1 510 000

Le total des étapes 1 et 2 représente un coût global de 9 000 000 DNT (2 870 000 €).

Pour ce périmètre, le traitement sera assuré par l'ONAS, et il convient d'intégrer les charges correspondantes à l'achat d'eau traitée. (Principe à l'étude à l'ONAS).

Nous ne connaissons pas actuellement le prix retenu, mais prendrons dans notre étude comparative l'hypothèse d'un tarif de 50 millimes par m³.

6.2.2.3 DESCRIPTION DE LA VARIANTE 2

■ Solution hydraulique.

Cette variante consiste à abandonner l'alimentation du réseau d'irrigation à partir de la station de Sousse Sud et de réaliser le plus rapidement possible un traitement et un pompage à partir de la station de Sousse Hamdoun.

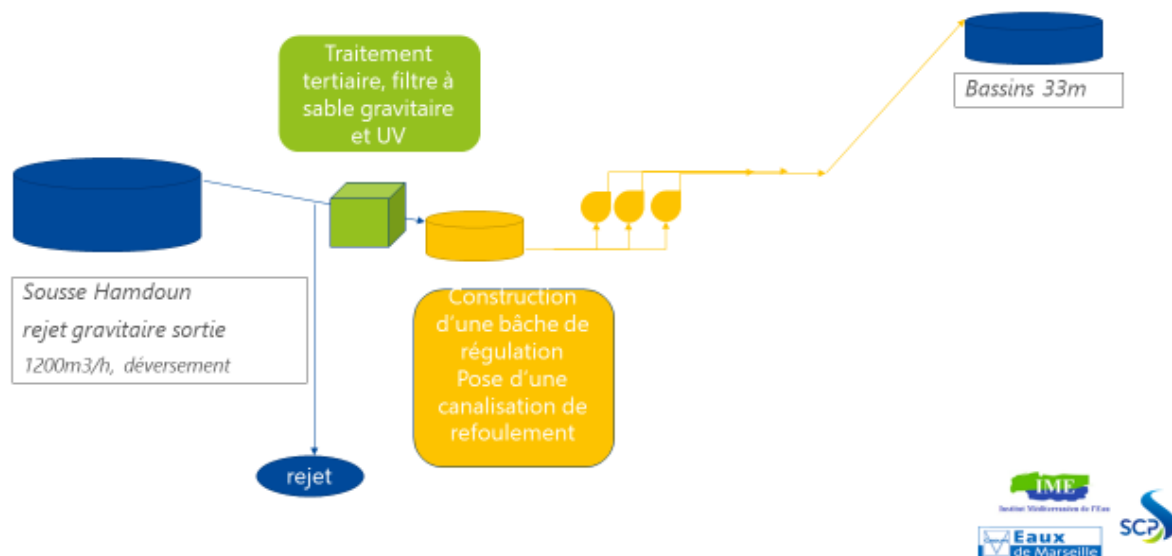


Figure 59 : Infrastructure hydraulique, variante 2, étape 1

Le projet consiste à construire un bassin de régulation des eaux usées traitées d'environ 1000m² alimenté de façon gravitaire par l'ONAS. Un comptage doit être réalisé pour suivre les débits achetés.

Construction d'une station de pompage et d'une adduction vers le nouveau réservoir de Zaouiet.

Construire le nouveau réservoir de Zaouiet comportant une alimentation possible par le fond. (réservoir d'équilibre).

La possibilité de concevoir un réservoir en acier vitrifié est à étudier pour améliorer la charge, et réduire les coûts. (pas de terrassement, surface au sol plus petite, possibilité de couverture, construction rapide...etc)

■ Estimation Variante 2 périmètre Zaouïet

Tableau 31 : Décomposition des coûts, variante 2, étape 1

Proposition 2	Coût Infrastructures € HT
Bassin 1000 m3	280 000
Station de pompage	250 000
Filtration (ONAS)	PM
UV (ONAS)	PM
Nouveau bassin	280 000
Canalisations adduction 2 km	400 000
Canalisation distribution	200 000
Bâtiments, électricité	300 000
TOTAL	1 710 000

L'investissement de la variante 2 pour optimiser la distribution et améliorer la qualité de l'eau à destination de l'irrigation du périmètre de Zaouïet serait d'environ 5 000 000 DNT (1.710 K€HT). Ce prix ne tient pas compte des investissements liés au traitement qui seront compensés par le prix d'achat d'eau à l'ONAS.

6.2.2.4 VARIANTE 2 : EVALUATION DES TRAVAUX POUR LE PERIMETRE 2

■ Fonctionnement

Dans nos hypothèses de simulation, nous prévoyons que le périmètre irrigué sera mis en service à l'année 6. Celui-ci sera alimenté à partir du traitement tertiaire de la step de Sousse Hamdoun.

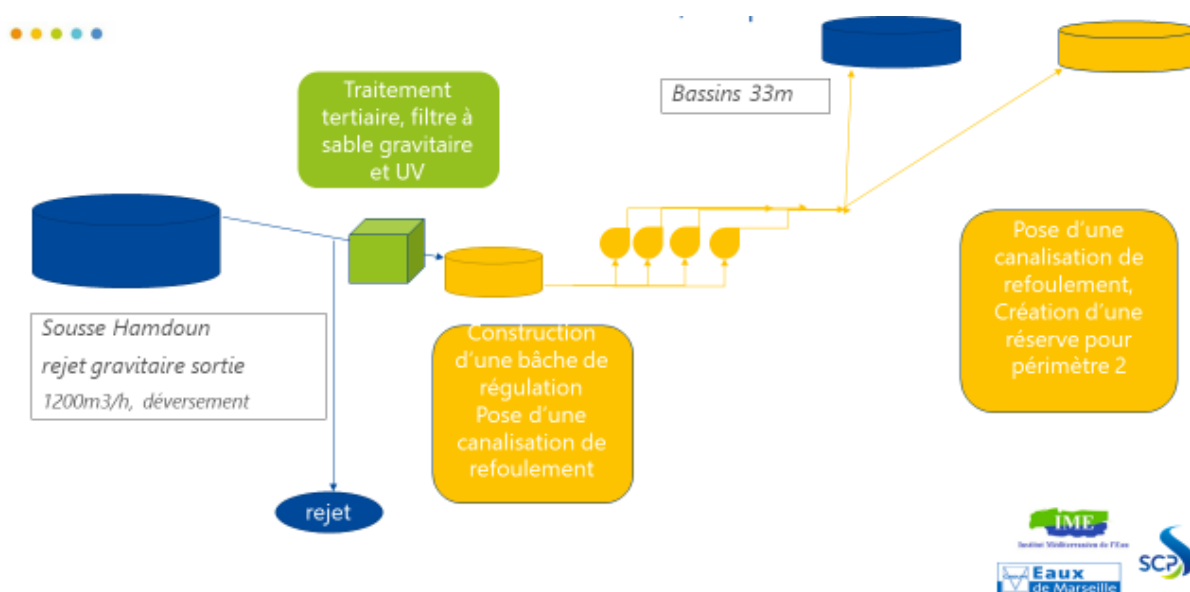


Figure 60 : Infrastructure hydraulique, variante 2, étape 2

Les travaux prévoient les ouvrages suivants :

- Une pompe supplémentaire dans la station de pompage existante. (Un pompage de secours existe déjà)
- Un bassin de bassin de mise en charge.
- Un réseau d'adduction vers le bassin de mise en charge.

A noter que deux bassins de stockage seront nécessaires : l'un, existant, pour le PI de Zaouïet et l'autre, à créer, pour le PI de Ath Thrayât. Un réservoir de régulation sur le site de Sousse Hamdoune, avant station de pompage, sera également nécessaire afin de réguler les débits fluctuants de la STEP.

A noter que la bache de régulation en sortie de STEP Sousse Hamdoun devra avoir un volume de stockage suffisant pour les deux périmètres pendant les 4 heures d'effacement de pointe.

Le projet (sans le réseau d'irrigation gravitaire de distribution) est évalué à :

Tableau 32 : Décomposition des coûts, variante 2, étape 2

Une pompe supplémentaire	30 000
Bassin de mise en charge	280 000
Canalisation adduction (2km)	400 000
	710 000

Le total des étapes 1 et 2 représente un coût global de 7 600 000 DNT (2 400 000 €HT).

Dans cette variante, la fourniture de l'eau traitée est entièrement assurée par l'ONAS pour les deux périmètres.

Nous ne connaissons pas actuellement le prix retenu, mais prendrons dans notre étude comparative l'hypothèse d'un tarif de 50 millimes par m³.

6.2.2.5 COMPARAISON TECHNICO-ECONOMIQUES DES VARIANTES

■ Comparaison technique

Le tableau suivant résume les caractéristiques de chacune des variantes et les comparent.

Tableau 33 : Comparaison technique des variantes

Variante 1	Variante 2
La qualité d'eau est moins bonne que celle de Sousse Hamdoun. Traitement sous pression à la charge du GDA. Le cout du traitement et la technicité sont à la charge du GDA qui est responsable de la qualité finale du produit qu'il utilise.	La qualité de l'eau issue du traitement secondaire est meilleure. Traitement opéré par ONAS, achat d'eau traitée. Le GDA achète l'eau traitée à l'ONAS pour un cout à définir.

En revanche, l'eau usée traitée par l'ONAS est gratuite.	Le GDA n'est pas responsable de la qualité de l'eau traitée. Un contrat de livraison d'eau doit être établi et un protocole de contrôle de la qualité mis en œuvre entre ONAS et GDA.
Les installations sont vétustes, il faut, par exemple remettre en état les compteurs d'eau et le débitmètre général. Le tracé de la canalisation est situé en zone urbaine. La canalisation gravitaire sera en charge. Il convient de vérifier son état avant la mise en charge.	On démarre avec des installations neuves, sans arrêt de production. Le dispositif de traitement n'est pas encore arrêté. (Débit, type de traitement, surpression?). Le point de livraison d'eau et le terrain nécessaire au pompage ne sont pas encore validés.
Lors des travaux, le pompage actuel doit être stoppé. Le stockage de régulation devra être positionné dans l'enceinte de la station d'épuration. (propriété ONAS)	Les travaux sont indépendants du mode de fonctionnement actuel. Les travaux en première tranche sont plus conséquents et nécessitent des études complètes préalables (APD) et l'acquisition d'un terrain dédié.
Le réseau d'adduction existe, mais doit être prolongé jusqu'au site du futur réservoir.	Le réseau d'adduction doit être réalisé jusqu'au site du futur réservoir.
Le mode d'irrigation est gravitaire et dépend de la cote altimétrique du futur réservoir de distribution.	Il est possible de réaliser des piquages sur la canalisation d'adduction surpressée pour éventuellement moderniser le mode d'irrigation. (La canalisation traverse le périmètre irrigué).
A terme, il existera deux stations de pompage et un traitement à la charge du GDA. (Doublement des charges d'entretien, de maintenance, de gardiennage...)	A terme, les mêmes installations seront utilisées pour pomper vers les deux périmètres irrigués. Quelques charges d'exploitation seront mutualisées.
Le contrat de livraison d'électricité existe déjà pour Zaouiet. Il n'y a pas de terrains compatibles avec la mise en place d'énergie renouvelable.	L'alimentation électrique sera celle de la station d'épuration, plus stabilisée. Mais un contrat de livraison doit être mis en place. Sur le nouveau terrain, une étude complémentaire pour la mise en place éventuelle d'énergie solaire peut être envisagée.
Il est possible de réaliser un réservoir de tête sécurisé en acier vitrifié, en conservant le site actuel à 33m. (Hauteur du réservoir jusqu'à 5m).	Il est possible de transformer le réservoir de distribution actuel en réservoir d'équilibre, la réserve de régulation étant réalisée au niveau de la station.

	Dans ce cas, le site peut être conservé et le réservoir réalisé en acier vitrifié fermé et sécurisé, de plus petite dimension, et alimenté par le bas.
Dans cette variante, le GDA a en charge le traitement complémentaire pour le périmètre Zaouïet. A noter que ce cas de figure existe pour le PI de Ouardanine	Dans cette variante, l'ONAS prend en charge le traitement tertiaire de l'eau usée traitée. Un contrat de fourniture intégrant les conditions de livraison (Qualité, Débit, cout) doit être défini.

■ Comparaison financière

L'objectif de ce chapitre est la mise en place d'un outil d'aide à la décision pour le choix des investissements. En effet, ce choix entre les deux variantes doit être réalisé actuellement, mais il intègre des options différentes sur les conditions futures de fonctionnement et d'investissements.

Il est donc important de pouvoir étudier de façon comparative ces deux solutions en imaginant leur fonctionnement sur une longue durée.

La méthode que nous préconisons consiste à estimer, pour chaque variante un coût de revient de l'eau d'irrigation traitée sur un fonctionnement en longue durée.

■ Hypothèses, méthodologie

Afin de pouvoir comparer les deux solutions et permettre une aide à la décision, nous choisissons d'évaluer les bilans prévisionnels d'exploitation sur une vingt ans en déterminant un équilibre financier avec un tarif du prix de l'eau approché rendant le TRI (Taux de Rentabilité Interne) voisin de zéro.

Pour cela, nous émettons les hypothèses de calcul suivantes :

Tableau 34 : Hypothèses de calcul économique

conversion Euro/DN	3,11	
Prix d'achat d'eau	50	millimes
Cout du personnel	15000	DN/an par opérateur.
entretien infrastructure	0,30%	par an du montant des infrastructures
entretien équipements	1,00%	par an du montant des équipements
renouvellement électromécanique	10 ans	
rendement global	75%	
Démarrage périmètre 2	An 6	C'est-à-dire en 2027. Volume 70% de celui de Zaouïet.
Cout de l'énergie pompage	35	millimes/m3
Cout sup traitement	17	millimes/m3

■ Coûts énergétiques

Les coûts de l'énergie de pompage peuvent s'estimer de deux façons différentes :

-Le cout de l'énergie de pompage issu de l'analyse des coûts sur les années significatives passées.
(Or 2018 et 2019 qui présentent des déficits en eau).

Cette approche budgétaire est pragmatique car elle découle des frais réels de pompage en cours d'exploitation. (Voir analyse des dépenses de pompage).

Les dépenses énergétiques peuvent être ramenée aux volumes pompés et oscillent d'une année à l'autre entre 25 et 45millimes par mètre cubes pompés.

-Le coût dérivant d'une simulation de fonctionnement des pompes

Cette approche semble plus rationnelle, mais elle comporte de véritables aléas supplémentaires liés aux véritables temps de fonctionnement des pompes, aux variations de HMT...etc...

Pour la variante 1, nous appliquons cette solution pour évaluer le cout marginal du traitement qui sera pris en charge par le GDA.

Pour rappel, les couts de l'énergie électrique sont les suivants depuis 2019 :

Tableau 35 : Tarifs de l'électricité STEG 2019

Les Tarifs de l'électricité
(à compter du 01/06/2019) (Hors taxes)

Niveau tension : MT

Tarifs Moyenne Tension	Redevance de Puissance ⁽¹⁾ (mill/kW/mois)	Prix d'énergie (mill/kWh) ^{(1) (2)}			
		Jour	Pointe matin été	Pointe soir	Nuit
Uniforme	5 000 ⁽³⁾	251			
Postes horaires	11 000	240	366	329	188
Pompage pour irrigation ⁽⁴⁾	-	279	NA	Effacement	225
Irrigation agricole	-	189	Effacement	195 ⁽⁵⁾	138
Secours	6 000	264	407	365	200

Abréviations :

mill : millime tunisien, **NA** : Non Applicable, **kW** : kilo Watt, **kVA** : kilo Volt Ampère, **h** : heure

(1) La Taxe sur la valeur Ajoutée (TVA) est à appliquer aux taux de :
19% sur toutes les redevances et sur le prix d'énergie (hors taxes) des usages autres que l' irrigation.

7% sur le prix de l'énergie (hors taxes) de l'usage irrigation.

(2) A majorer de la surtaxe municipale : 5 mill/kWh

(3) (mill/kVA - mois)

(4) Ce tarif n'est plus accordé

(5) Effacement uniquement en pointe soir en hiver (Septembre à Mai). Tout kWh consommé pendant le poste pointe soir en été est facturé à 195 millimes

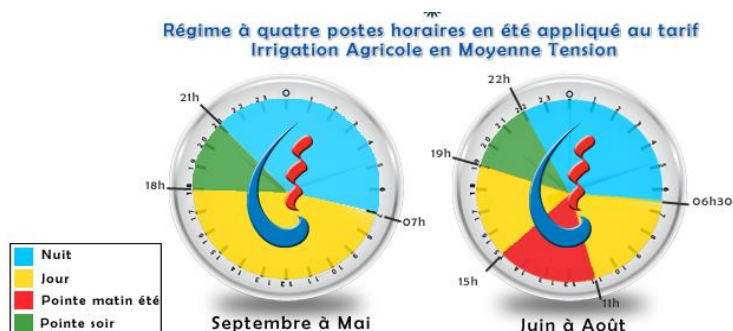


Figure 61 : Découpage des secteurs horaires STEG, tarif irrigation agricole (nuit, jour, pointe)

Le cout supplémentaire de traitement est évalué uniquement pour la variante 1. Elle correspond à l'énergie supplémentaire de pompage développée pour le filtre à sable (1bar), et l'énergie dépensée pour le traitement UV.

- Pour un débit de 400m³/h et une pression de 1 bar avec un rendement moyen de 50%, il faut 2 kW supplémentaires.
- La puissance du système UV est de 10Kw.

Il en résulte une consommation supplémentaire liée au traitement de 30Wh/m³. On peut arrondir le surcout à 10 millimes/m³ dans le cadre de la variante 1.

■ Coûts de la maintenance et de l'entretien des équipements

Les provisions liées à l'entretien des installations découlent des valeurs couramment utilisées dans les études financières d'installations de pompage d'eau.

Elles conduisent à une estimation budgétaire de :

- 0,3 % par an du prix des infrastructures. (Canalisations, bassins, GC)
- 1% par an du prix des équipements électromécaniques. (Pompes, armoires, vannes, clapets..etc)

Les charges spécifiques d'exploitation pour les installations de traitement prévues dans la variante 1 uniquement concernent un filtre à sable et un réacteur UV.

RÉFÉRENCE	DESCRIPTION	FRÉQUENCE D'INSPECTION	FRÉQUENCE DE CHANGEMENT
1 à 4	Manifolds entrée/sortie et contre-lavage	1 fois / mois pour fuite et corrosion	
5 & 6	Vannes de contre-lavage 3 voies	1 fois / mois	Changer joints de clapet selon usure
9	Pré-filtre de circuit de commande hydraulique	2 fois / saison	
10 & 11	Prises pression et manomètre amont/aval, différentiel de pression	1 fois / semaine	Capteur Dp à changer si gel ou casse
13	Programmateurs de contre-lavage	1 fois / mois	Changer les piles 1 fois/saison

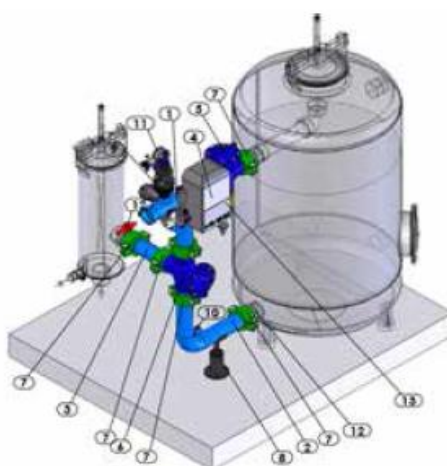


Figure 62 : Schéma de maintenance d'un filtre à sable

Traitement Ultra-Violet sous pression :

L'entretien consiste à changer des pièces d'usures et est estimé, en euro, à :

Tableau 36 : Frais d'exploitation et maintenance d'un traitement UV sous pression

Entretien du réacteur Ultra-violet / an			
	P.U. H.T.	Quantité	€
Désignation			
Lampe 600 watt	300	16	4 800
Joint torique	3	32	96
Gaine quartz pour réacteur ouvert	30	1	30
Filtre ventilateur armoire électrique	25	1	25
TOTAL			5 426
TOTAL			6 000
Consommation électrique UV			
Désignation	Consommation kW	Quantité	Quantité
Lampe	0,60	16	4 000

La puissance UV installée est de 10Kw.

■ Coûts du personnel d'exploitation

Ce cout doit être pris en compte car en deuxième période, pour la variante 1, il doublera.

En première approche, nous évaluons ce cout à 15 000 Dinars/agent/an.

■ Coûts d'achat d'eau à l'ONAS

Ce cout correspond aux volumes fournis à la sortie de la station de Sousse Hamdoun. En première approche, nous appliquons un cout de 50millimes par m3 livré.

Les estimations de volumes achetés découlent de nos estimations de l'utilisation de l'eau et d'estimation du rendement global du réseau.

Pour la deuxième partie, nous prenons comme hypothèse que le volume d'eau du périmètre 2 correspond à 70% de celui de Zaouiet.

Le rendement global est le ratio entre le volume vendu et le volume acheté à l'ONAS. Il est estimé à partir des rendements constatés par le passé pour des années significatives, et correspond à un objectif d'amélioration de la gestion des pertes lié au fait que le réseau sera neuf dans sa plus grande partie.

■ Détermination du prix de vente à l'équilibre sur 20 ans

Le volume vendu correspond à l'estimation des besoins futurs sur le périmètre.

Un simulateur par variante est mis en place et permet d'évaluer le Taux de Rentabilité Interne lié aux investissements du projet. La variable est le prix de vente.

Nous cherchons à déterminer le prix de vente pour atteindre une rentabilité positive, mais proche de zéro pour chacune des variantes :

Pour cette **analyse comparative**, la **variante** qui conduit à un **tarif de vente d'eau le plus petit sur une période de vingt ans** sera la variante la plus intéressante sur le plan financier.

■ Résultats

Les prix de vente à l'équilibre financier prévisionnel de chacune des variantes sont :

- **Variante 1 : 520 millimes/m³, TRI de 0.3%**
- **Variante 2 : 460 millimes/m³, TRI de 2.4%**

Il en résulte que **la variante 2 est plus économique** que la variante 1 d'environ 15%.

De plus, les simulations montrent que quel que soit le prix d'achat d'eau à l'ONAS, la variante 2 est toujours plus économique.

6.2.3 VARIANTES POUR LE RESEAU DE DISTRIBUTION

Compte tenu, d'une part, des conditions de fonctionnement du réseau non adaptée au mode d'irrigation à la parcelle, et d'autre part, au déséquilibre hydraulique du réseau du à l'absence d'organe de régulation de débit, la variante retenue pour l'amélioration des conditions de fonctionnement du réseau et au niveau de la parcelle est **la réhabilitation du réseau d'irrigation**.

6.2.4 FAISABILITE POUR UN POMPAGE SOLAIRE

La présente note technique présente les résultats du pré-dimensionnement d'une installation de pompage solaire sur le site de la station de pompage de Sousse en Tunisie.



Figure 63 : Exemple de projet de pompage solaire en site isolé



Figure 64 : Autre exemple de projet de pompage solaire en site isolé

6.2.4.1 DESCRIPTION GENERALE DU POMPAGE SOLAIRE

Le pompage solaire consiste à capter l'énergie solaire via des panneaux solaires photovoltaïques pour produire tout ou partie de l'électricité qui servira à alimenter le moteur d'une pompe hydraulique.

Un système de pompage solaire se compose des **éléments suivants** :

- Les **panneaux photovoltaïques** interconnectés électriquement pour constituer une unité de production de courant continu. L'ensemble est porté par une structure métallique. Ils peuvent être disposés en toiture d'un bâtiment ou au sol, en fonction de l'espace disponible autour du point de consommation,
- **L'onduleur** qui permet de convertir le courant continu en courant alternatif et d'adapter la fréquence et la tension venant des panneaux photovoltaïques vers la pompe,
- Le **groupe motopompe** constitué d'un moteur et d'une pompe et qui permet de pomper l'eau de la ressource vers le besoin (parcelles à irriguer, réservoir de stockage,...),
- Le **câblage** pour faire le raccordement électrique entre les différentes composantes du système.
- **L'éventuel réservoir de stockage.**

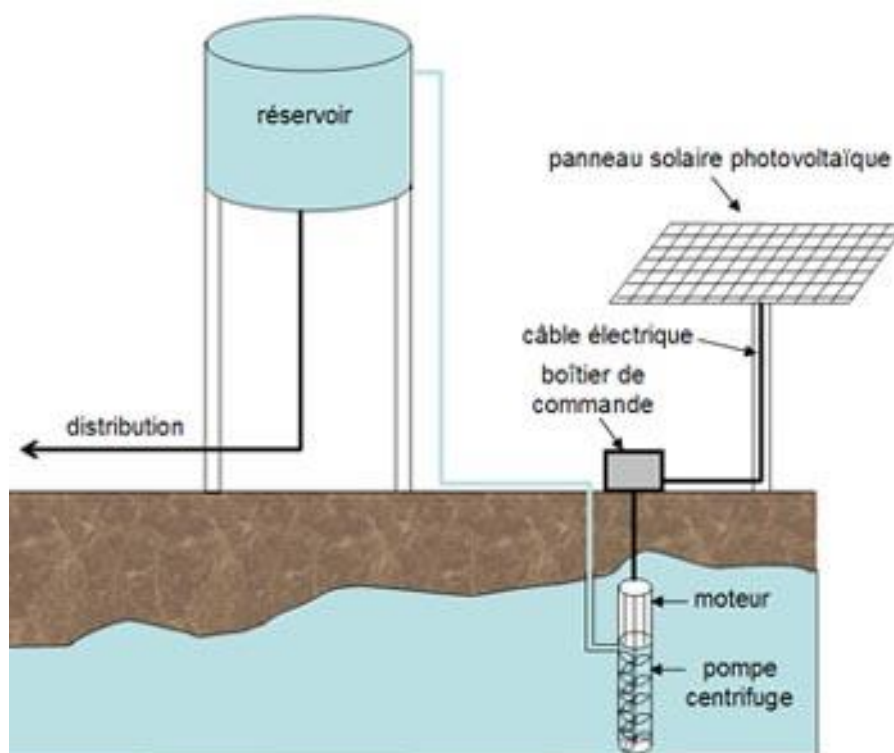


Figure 65 : Exemple de schéma de fonctionnement d'un pompage solaire

Le dimensionnement est lié directement aux paramètres débit et HMT qui sont essentiels pour déterminer les besoins énergétiques du groupe motopompe.

Il est également possible **d'équiper une station de pompage existante avec des panneaux solaires**, afin d'alimenter les pompes avec de l'énergie renouvelable. C'est ce qui est envisagé pour la SP de Zaouïet Sousse.

6.2.4.2 DESCRIPTION DU PROJET

Avec environ 1 800 heures d'ensoleillement par an et une irradiation moyenne de 5 KWh/m², la Tunisie dispose d'un potentiel solaire considérable. Il apparaît donc intéressant d'étudier la mise en place d'un système de pompage solaire sur le site du projet PPI Zaouiet à Sousse (coordonnées GPS : 35°49'24.10"N 10°35'31.69"E).

La station de pompage existante est composée de 2 pompes dont chacune a un débit nominal 250m³/h pour 40m de HMT. Ces pompes ont chacune un moteur de 45kW. Les pompes actuelles n'étant pas parfaitement adaptées aux conditions de fonctionnement du réseau, la présente étude est faite pour répondre aux nouveaux besoins hydrauliques, qui sont les suivants :

- $Q = 210 \text{ l/s}$
- $HMT = 45 \text{ mCE}$.

On considère qu'il faudra 2 pompes pour répondre à ce besoin.

La présente pré-étude propose d'étudier la mise en place de panneaux photovoltaïques (PV) et de batteries pour l'alimentation de la station de pompage, en visant **deux objectifs** :

- Objectif 1 : **réduire la facture énergétique**,
- Objectif 2 : **sécuriser la desserte en énergie**, afin de pallier les éventuelles coupures d'électricité.

6.2.4.3 DONNEES D'ENTREE

Le tableau ci-dessous présente les différences de tarification de l'électricité du réseau en fonction de la période de l'année et de la journée :

Tableau 37 : Tarifs STEG

❖ Les postes horaires du Tarif Moyenne Tension Irrigation agricole à quatre postes horaires avec effacement en pointe sont les suivants pour tous les jours de la semaine à l'exception du Dimanche dont la consommation est facturée uniformément au Tarif «Nuit» :

MOIS	JOUR	POINTE	SOIR	NUIT
1 ^{er} Septembre au 31 Mai	de 7 h à 18 h	de 18 h à 21 h (effacement)	-	de 21 h à 7 h
1 ^{er} Juin au 31 Août	de 6 h 30 à 11 h et de 15 h à 19 h	de 11 h à 15 h (effacement)	de 19 h à 22 h	de 22 h à 6 h 30

On remarque que **l'utilisation de l'énergie photovoltaïque pour la sécurisation sera possible pour les mois de juin, juillet et aout car la pointe est entre 11h et 15h**, mais pas pour les pointes de septembre à mai qui sont de 18h à 21h (heure à laquelle il n'y a plus de soleil). Il ne sera donc pas possible de sécuriser la desserte pendant cette période-là grâce aux seuls panneaux solaires.

A noter que sans **batteries**, l'alimentation en énergie ne sera pas à 100% sécurisée même pendant les mois de juin, juillet et aout en cas de manque de soleil.

Il est donc proposé d'étudier un autre moyen de sécurisation électrique : la mise en place de batteries.

La pré-étude réalisée dans le cadre du pilote présente donc deux options :

- Mise en place d'une installation photovoltaïque,
- Mise en place d'une installation de batteries.

L'objectif de cette pré-étude est de définir si l'une ou l'autre de ces deux solutions permettra de répondre aux objectifs cités.

6.2.4.4 ETUDE PHOTOVOLTAÏQUE

■ Puissance du moteur

L'objectif est de produire l'énergie nécessaire au fonctionnement de 2 pompes pendant 2h30 par jour, mais la centrale PV ne permettra pas de fournir l'énergie au démarrage des pompes (3 fois l'énergie nécessaire au fonctionnement de la pompe) car cela nécessiterait de surdimensionner l'installation et induirait de fortes pertes d'énergie.

Afin de fournir le débit et la HMT demandés, la puissance de pompes doit être de :

- $Phyd = (9.81 \cdot Q \cdot HMT) / (3.6 \cdot \eta_{hyd}) = \mathbf{116 \text{ kW}}$, avec :

- Q : Le débit de la pompe (210 L/s = 756 m³/h),
- HMT : La hauteur manométrique totale (45 mCE),
- η_{hyd} : Le rendement hydraulique (au maximum 0.85 pour une pompe neuve, on prend 0.80).

Et la puissance des moteurs :

- $P_{mot} = P_{hyd} / (FP * \eta_{mot}) = 152 \text{ kW}$, avec :
 - FP : Le Facteur de Puissance est le rapport entre la puissance active et la puissance apparente (donné par les constructeurs, généralement $FP = 0.85$).
 - η_{mot} : Le rendement du moteur, ($\eta_{mot} =$ au maximum 0.95 pour un moteur neuf, on prend 0.90).

Cette puissance correspond à environ 2 pompes de 75kW.

■ Dimensionnement du champ PV

La puissance du générateur photovoltaïque est calculée en prenant un peu de marge :

- $P_c = P_{mot} * 1.05 = 160 \text{ kWc}$

L'énergie fournie par cette centrale

- $E_c = P_c * GHI * PR * 1000$, avec :
 - GHI : l'irradiation solaire globale horizontale kWh/m² est la quantité d'énergie diffusée par les rayons de soleil comme illustré par la carte ci-dessous. Elle est d'environ 1806 kWh/m² à Sousse.
 - Le coefficient de performance (PR) permet d'intégrer les rendements des équipements (panneaux, onduleurs, ...), l'inclinaison des panneaux, les pertes, ... Il est estimé à 0.75.

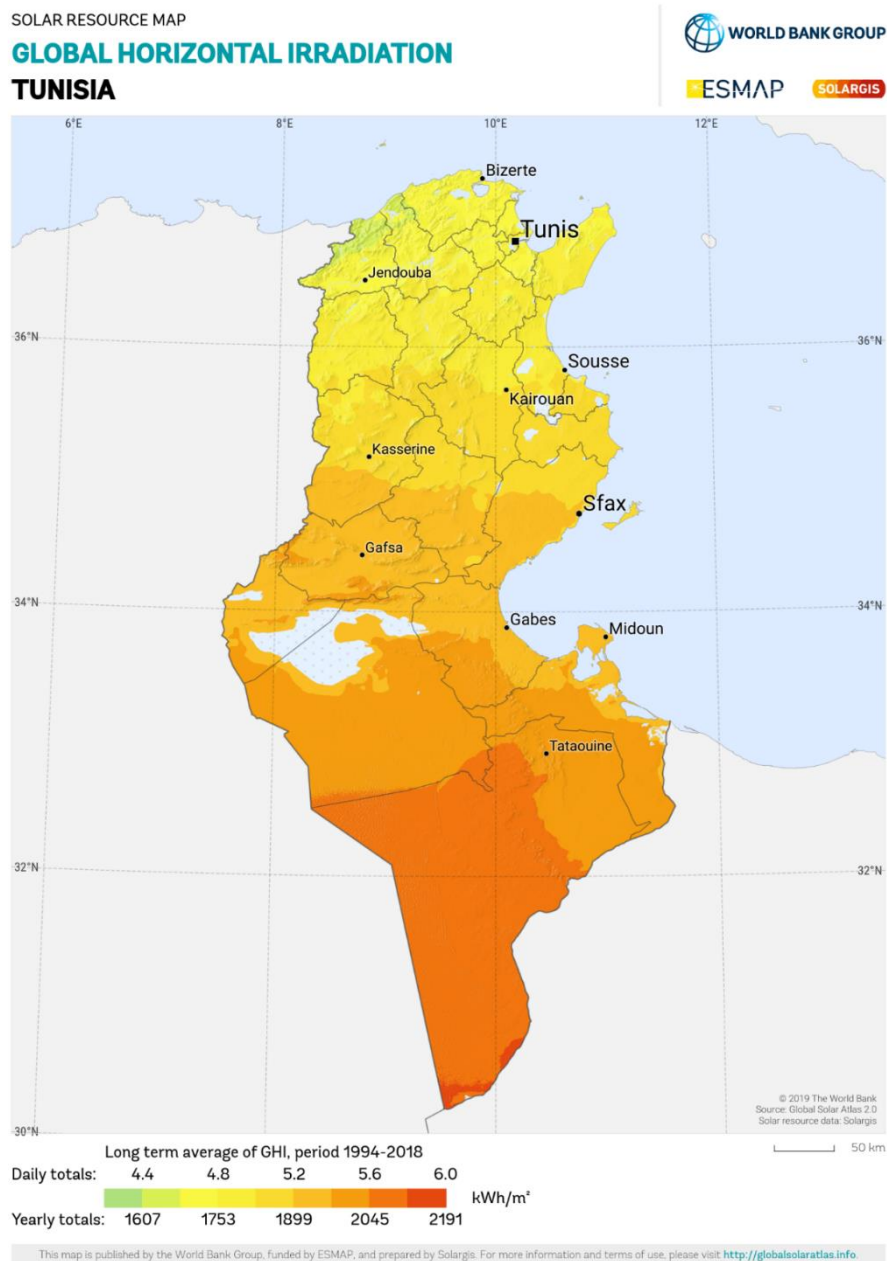


Figure 66 : Irradiation globale en Tunisie (kWh/m^2)

(Source : site <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/tunisia>).

Pour atteindre cette puissance, il faudra implanter un champ PV d'environ 485 panneaux de 330Wc chacun (160kWc en tout).

■ Productible

Le productible associé à cette installation photovoltaïque sera d'environ 235 000 kWh, ce qui correspond à une économie d'environ 14 000€ par an sur la facture (achat d'énergie 0,189millimes/kWh = 0.06€/kWh).

■ Chiffrage

Les prix sont des prix d'ordre pour des installations photovoltaïques au sol situées en France, de puissance de même ordre de grandeur que la puissance du projet concerné. Un coefficient de 1.3 est appliqué pour prendre en compte les frais de transport et autres frais. Les prix des structures en toiture étant plus élevés, il est préconisé d'implanter les panneaux solaires au sol s'il y a assez d'espace disponible.

Avec cette hypothèse, le cout de l'installation sera d'environ 200 000€, répartis comme suit :

Tableau 38 : Chiffrage PV au sol

Cout estimatif d'une centrale PV au sol (€/Wc)	
Panneaux solaires (€/Wc)	0,3
Onduleurs (€/Wc)	0,1
Cadre (€/Wc)	0,12
Installation en toiture (€/Wc)	0,2
Batteries (€/kWh)	-
Maitrise d'œuvre études (€/Wc)	0,1
Maitrise d'œuvre travaux (€/Wc)	0,1
Coefficient France / Tunisie	1,3
Cout total en €/Wc	1,20
Cout total en €	195 500 €

Ce cout d'installation est à comparer aux économies d'énergie réalisées (14 000 €/an). La rentabilité de la centrale n'apparaît donc qu'après au moins 13 ans de fonctionnement (frais d'exploitation, maintenance, assurances etc. non inclus). En prenant en compte ces couts supplémentaires, l'installation n'offre **pas une rentabilité intéressante**.

■ Implantation des panneaux

Les panneaux PV préconisés sont des panneaux polycristallins 60 cellules (exemples de marques : Voltec, Recom – Sillia, REC , Trina, etc). Ces panneaux ont une surface d'environ 1.6m². Les modules préconisés sont des modules d'environ 330 Wc. Ils devront être installés sur le site, sur la toiture du réservoir ou au sol. En fonction des caractéristiques de la toiture et du sol, ils pourront être posés sur des structures d'appui.

- Si la toiture / le sol est plat, il faudra un support d'inclinaison (15 à 30°).
- Si la toiture ou le sol est incliné, ils pourront être posés directement sur la toiture ou le sol.

Les panneaux seront positionnés de manière à ne pas s'ombrager entre eux et à ne pas être ombragés par d'autres éléments (bâtiment, clôtures, arbres, ...).

La surface du champ PV nécessaire sera d'environ 1 170 m² (780m² de panneaux avec un coefficient de 1,5 pour l'espacement des panneaux) (surface des 485 panneaux + espacement entre les panneaux pour éviter les ombrages).

■ Conclusion

La mise en place d'une installation photovoltaïque ne permettra pas de réduire la facture énergétique, car **l'électricité du réseau tunisien est très peu chère**, ni de sécuriser à 100% l'alimentation en énergie. Elle permettra cependant d'en sécuriser une partie (les mois de juin, juillet, aout, sauf en cas de manque de soleil), mais également d'être dans une démarche vertueuse en utilisant une énergie d'origine renouvelable.

Le montant de l'investissement s'élève à **200 k€**.

Ce dimensionnement n'intègre pas le démarrage des pompes (l'installation serait plus grande donc moins rentable donc non pertinent).

La mise en place d'une **installation photovoltaïque seule** n'est donc **pas préconisée sur ce site**. Pour sécuriser la desserte, la mise en place de batteries est davantage pertinente.

A noter que la **revente de l'énergie électrique** excédentaire est envisageable, ce qui peut permettre d'améliorer l'économie globale du périmètre irrigué.

6.2.4.5 OPTION BATTERIES DE STOCKAGE

Le **stockage de l'énergie électrique** pour les systèmes PV autonomes présente plusieurs avantages dont celui de la sécurisation électrique. La technologie la plus utilisée actuellement est la batterie électrochimique. L'accumulateur électrochimique est le composant du système le plus critique, il affecte considérablement les performances techniques et économiques de l'installation, notamment en raison :

- faible durée de vie (3 à 10 ans),
- nécessité d'une maintenance régulière,
- poids et encombrement,
- composition toxique (acide, plomb),
- coût élevé des accumulateurs électrochimiques.

Compte tenu de ces éléments, il est souhaitable de dimensionner au plus juste les batteries.

Afin d'améliorer la sécurisation de la desserte pendant la pointe, il est proposé de dimensionner les batteries sur les heures de pointe (3 à 4 heures par jour selon la période). Le réservoir ayant une capacité de 2 heures, il est proposé de dimensionner les batteries sur 4h moins 1h30 (afin que le réservoir ne se vide pas entièrement), c'est-à-dire 2h30.

■ Dimensionnement

Les hypothèses suivantes sont prises en compte :

- Les batteries doivent fournir de l'énergie pendant 2h30
- On considère qu'on dimensionne les batteries pour le fonctionnement d'une seule pompe (fonctionnement lors des coupures d'électricité), pour éviter un cout trop important (75kWc)

- Les batteries doivent prendre en compte le démarrage de la pompe (appel de puissance de 3 fois la puissance).

La puissance des batteries devra donc être de 75 kW.

La durée de stockage devra être de 2,5 heures.

L'énergie à stocker devra donc être de $75 \times 2.5 = 187.5$ kWh.

La durée de vie de la batterie se calcule en cycles. Plus on décharge profondément une batterie, moins elle sera capable de fournir de cycles. Le graphe ci-dessous montre l'effet de la profondeur de la décharge (DOD : Depth of Discharge) sur l'espérance de vie d'une batterie en nombre de cycles.

Espérance de vie en cycles par rapport à la profondeur de décharge

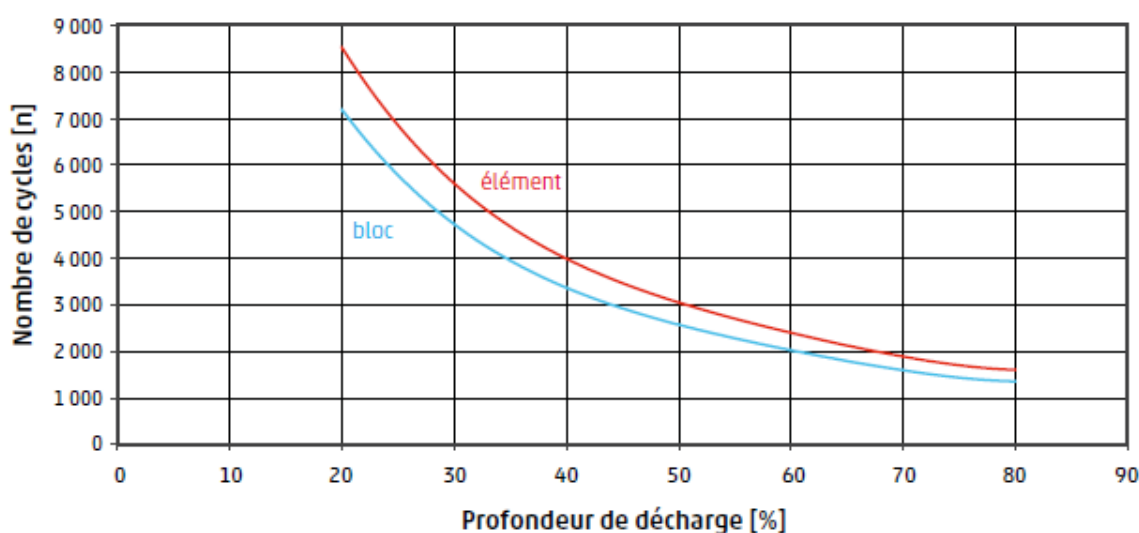


Figure 67 : Espérance de vie en cycles d'une batterie par rapport à la profondeur de sa décharge - batteries Sun Power VRL

On peut donc émettre plusieurs hypothèses, par exemple :

- En prenant une profondeur de décharge de 70%, ce qui revient à environ 1600 cycles (1 cycle par jour => environ 4 ans d'espérance de vie),
- En prenant une profondeur de décharge de 30%, ce qui revient à environ 4600 cycles (1 cycle par jour => environ 12 ans d'espérance de vie).

Afin d'optimiser ces deux critères (espérance de vie et cout), on prend pour hypothèse une profondeur de décharge de 60%. Une marge d'environ +40% de puissance est donc prise, ce qui revient à une capacité d'environ 262.5 kWh. Cette capacité de batterie est relativement importante (par exemple une batterie de véhicule électrique type Zoe a une capacité de 50kWh).

Cette énergie est sa capacité multipliée par sa tension (ici on prend un parc de batteries de 48V). La capacité de l'installation des batteries devra donc être d'au moins $262\,500 / 48 = 5\,470$ Ah.

■ Chiffrage

En prenant par exemple des batteries Hoppecke - Sun- Power 2-3500 (2 volts) d'une capacité de 2744 Ah, il faudrait 2 rangées de 24 batteries en parallèles, ce qui ferait $2\,744 * 2 = 5\,488$ Ah, ce qui conviendrait pour notre projet.

Pour une installation de cette taille, les ratios de prix oscillent entre 280 et 400€/kWh, ce qui reviendrait à un cout d'investissement total d'environ 105 000€.

■ Conclusion

Pour répondre au besoin de sécurisation électrique de la station de pompage, la mise en place de batterie est la solution la plus pertinente.

Sans démarreur, la batterie doit être dimensionnée pour répondre aux appels de puissance lors du démarrage (environ 3 fois la puissance), ce qui impose donc de surdimensionner les batteries. Il peut donc être intéressant de **mettre en place des démarreurs pour les nouvelles pompes en plus des batteries**, ce qui permettrait d'avoir des batteries plus petites et donc moins chères que celles envisagées.

La solution des batteries revient à **100 k€** de plus par apport à la solution de base.

6.3 PROPOSITION MAJEURE 2 : FERME PILOTE

6.3.1 OBJECTIF DE DEVELOPPEMENT DES CAPACITES

Compte-tenu :

- des **limites techniques** (irrigation, fertilisation) des exploitants,
- des **insuffisances sanitaires** constatées lors de l'enquête,
- de la volonté marquée par le CRDA, le GDA et les agriculteurs de progresser vers des **cultures intercalaires à plus forte valeur ajoutée**,

il nous semble fondamental de développer les capacités des usagers du PI avec la **mise en place d'une ferme pilote**, dont la vocation serait d'établir des références locales sur de nouvelles pratiques et cultures et de vulgariser vers l'ensemble des agriculteurs.

Compte-tenu des enjeux nationaux et internationaux pour une transition de l'agriculture vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement et plus inclusives socialement, nous proposons que cette ferme pilote ait **une dominante agro-écologique forte**.

6.3.2 APPROCHE AGRO-ÉCOLOGIQUE

Depuis la création du périmètre public irrigué Zaouiet Sousse, les périodes de manque d'eau ont été répétitives. Ce manque d'eau a fortement impacté le rendement des agriculteurs et les revenus du GDA. Après en avoir discuté avec nos partenaires nous proposons de pousser une réflexion autour de **l'agro écologie** comme une **solution innovante** dans l'amélioration du fonctionnement **du périmètre**.

En effet, cette pratique agricole, tirée de méthodes de productions ancestrales tout en s'appuyant sur les dernières découvertes techniques et scientifiques sur la production agricole, peut être intégrée dans ce PPI de diverses manières. Peuvent être citées à titre d'exemple la **diversification des cultures**, les **cultures à étages**, ces deux techniques permettant d'éviter la monoculture dans le temps (à l'échelle de la rotation) et dans l'espace (à l'échelle de l'assolement) ; ou encore une meilleure **intégration agriculture-élevage**.

L'idée du pilote est l'accompagnement dans l'innovation et la modernisation du PI dans l'objectif d'améliorer le fonctionnement du système. **L'agro-écologie** pourrait être **une des dominantes de la ferme pilote**. Cette solution agronomique englobe l'association de cultures à étages, les techniques alternatives de protection phytosanitaire, l'utilisation de semences paysannes, la conservation et l'entretien de la matière organique des sols d'où l'importance de l'association avec l'élevage. L'agro-écologie est considérée en outre comme un système agricole robuste en termes d'adaptation au changement climatique.

■ Partenariats

Une dimension essentielle d'une démarche de transition agro-écologique est l'implication des producteurs et de la coopérative agricole (**SMSA**) et la nécessité de leur donner un rôle de moteurs, au premier plan de la démarche du changement.

Il ne s'agit donc nullement d'imposer de nouvelles manières de cultiver, mais plutôt de tester avec eux, selon leurs besoins et leurs souhaits, des manières différentes de produire permettant in fine de réduire la consommation de produits phytosanitaires et d'engrais chimiques de synthèse.

Le **CRDA** a bien entendu un rôle moteur dans l'organisation de la démarche, appui au niveau académique par les **instituts** de recherche et les **écoles d'agronomie** concernées.

■ Cultures proposées

Notons **quelques exemples de cultures** qui s'intégreraient facilement et se complèteraient dans le PPI Zaouiet Sousse :

- Oliviers : datent de plusieurs siècles et produisent de l'huile d'olive avec un revenu fixe
- Bigaradiers : se plantent facilement en intercalaire avec les oliviers. Un litre d'huile essentielle est produit à partir de 3 ha. L'entretien de cet arbre est facile et ne demande pas un grand volume d'eau vu que le produit désiré s'arrête au stade de la floraison. La présence des marchés potentiels est importante. Actuellement le litre d'huile essentielle de bigaradier se vend à 5000\$.
- Plantes aromatiques : généralement ne demande pas beaucoup d'entretien et produisent des huiles essentielles

- Fourrages : un produit existant sur le PI qui sert d'aliment pour le bétail
- Figues de barbarie : autour des parcelles permet de produire le fruit et il est possible d'extraire l'huile essentielle à partir des pépins.

■ Calendrier cultural

Avec une approche de ce type, **l'activité sur le PI** peut se répartir de façon plus homogène pendant l'année, par exemple avec la succession d'interventions suivantes :

- Hiver : récolte de l'olivier,
- Printemps : production d'huile essentielle issue des fleurs (distillation)
- Été : production et récolte de fourrage, production fruitière
- Automne : récolte des arbres fruitiers (grenadiers)

Néanmoins, ce calendrier doit évidemment être affiné pour s'assurer que les différentes techniques testées ne génèrent pas des nouveaux pics de travail ou au moins que ceux-ci ne rentrent pas en compétition avec les pointes de travail déjà existantes.

La réussite de l'intégration de l'agro écologie pourra se faire à travers le renforcement des mesures d'accompagnement à entreprendre. Nous le proposons comme suit :

- Intégration dans le projet de ferme pilote
- Formation et appui des agriculteurs pour le travail sur différentes techniques à choisir et tester avec eux
- Formation et appui des agriculteurs et du GDA aux besoins en eau des plantes
- Renforcement des capacités de la SMSA existante qui peut être fournisseur des intrants et le vis-à-vis entre les agriculteurs et le marché
- Etude des marchés existants et des possibilités de contractualisation pour l'écoulement du produit notamment les huiles essentielles fortement demandées

Association de la population locale, en particulier les femmes dans la collecte et la transformation des produits

■ Impact socio-économique

L'approche de la diversification des cultures peut avoir un impact positif et permet de répondre à la question de l'intégration de l'agro écologie. En effet, elle favorise une plus forte implication de la coopérative agricole (**SMSA**) dans l'achat des semences et la commercialisation des produits d'une part. D'autre part, la population locale peut jouer un rôle important dans **la transformation du produit**. Ceci se produit à travers des formations techniques et un appui logistique importants, qui permettraient le renforcement des capacités des parties prenantes.

En effet, **l'intégration de la population locale dans la transformation du produit** permettrait de leur fournir un emploi et par conséquent, d'améliorer les conditions socio-économiques des populations rurales dans cette zone. Ceci se reflète à travers l'amélioration de la rentabilité de la production agricole. Pour cela, l'augmentation de la valeur ajoutée est essentielle d'où l'importance de réfléchir aux possibilités de transformation des produits agricoles à travers une étude plus approfondie des filières agricoles.

Les PI REUT sont par définition situés à proximité des agglomérations et les possibilités de **circuits courts**, qui valorisent bien les productions variées, sont nombreuses. Ces circuits courts peuvent donc améliorer le revenu.

6.3.3 ORGANISATION GENERALE

Cette ferme pilote serait initiée par une démarche du **CRDA**, et en particulier du **CTV**. Elle reposerait sur le choix d'**un petit groupe de voisins, membres du GDA**, qui accepteraient de mettre à disposition leurs terres pour des tests. Un technicien du CRDA serait spécifiquement responsabilisé sur le suivi et l'accompagnement de la ferme pilote, et il s'appuiera sur les experts des différents départements du CRDA (productions animales et végétales, sols, DHER).

La superficie totale proposée est de l'ordre de **5 ha environ**, autour d'un bloc homogène, et associant a minima **3 à 4 agriculteurs motivés** pour tester de nouvelles cultures, accompagnés par les services du CRDA et par des instituts de formation et de recherche en agronomie.

Lors des entretiens menés dans le cadre de cette mission d'assistance technique, plusieurs agriculteurs se sont d'ores et déjà portés **volontaires** pour participer à une initiative de ce type.

Le système **prendrait en charge les intrants** voire établirait un **barème d'indemnisation** dans le cas où les résultats économiques obtenus seraient inférieurs au standard de la valeur ajoutée par ha du PI (ce qui est improbable, car l'objectif est bien de progresser dans la valeur ajoutée de l'eau).

La conduite de la culture (ou des cultures) serait menée **en conditions réelles**, sur des **parcelles de taille moyenne**. Le principe de microparcelles telles que les utilisent les instituts techniques agricoles sur leurs stations expérimentales ne nous semble pas pertinent.

Un **point annuel de débriefing** des résultats obtenus, ainsi qu'un rapport, seraient délivrés chaque année auprès des acteurs techniques du PI et du bureau du GDA. Ils s'accompagneront également d'une **journée participative** destinée à l'ensemble des agriculteurs du PI.

6.3.4 CONTENU ET PRINCIPAUX AXES

■ Foncier

La ferme pilote doit permettre, **à son échelle**, et en associant l'Agence foncière agricole (AFA) et en s'appuyant sur le volontariat du groupe d'agriculteurs concernés, de mettre en œuvre un **remembrement parcellaire** et d'en démontrer l'intérêt.

En effet, comme l'a démontré le diagnostic, le **morcellement** du PI est clairement identifié comme l'un des **principaux obstacles** à une montée en puissance et en efficacité du PI. En particulier il limite fortement les possibilités de mécanisation, ce qui est un vrai handicap dans un contexte de baisse de la main d'œuvre familiale.

Il est à noter que ce sujet du foncier est complexe, car dans notre cas il peut y avoir **pour une même parcelle jusqu'à 3 propriétaires / usagers** possibles : le propriétaire du sol, celui des oliviers et le fermier qui mobilise l'eau pour faire pousser les cultures intercalaires.

■ Nouvelles cultures intercalaires

On prendra comme postulat de départ que l'olivier, arbre traditionnel du sahel tunisien, ne sera pas remplacé, et que le test de nouvelles cultures au sein de la ferme pilote ne concernera que les **terres intercalaires**.

Le souhait de développement de la pratique du maraîchage n'a pas été exprimé lors de l'enquête et c'est tant mieux car la réglementation REUT tunisienne l'interdit à ce jour.

Aussi nous proposons de tester trois types de cultures, en prenant en compte l'approche agro-écologique :

- d'abord la poursuite de la production de **cultures fourragères**, car, comme il l'a été démontré précédemment, l'intégration agriculture / élevage est un marqueur fort du PI, et même un véritable atout compte-tenu du déficit laitier tunisien
- **l'arboriculture intensive**, que ce soit pour des **fruitiers** (à l'image du PI REUT de Ouardanine, dans le gouvernorat de Monastir) ou pour des **oliviers** (espacement d'1 m à 1.5 m)
Le CRDA est réticent au développement des arbres fruitiers, comme du maraîchage d'ailleurs, en raison de la proximité du PI avec la zone urbanisée, et du risque de vol induit
- **les Plantes à parfums, aromatiques ou médicinales** (PAPAM), comme le **jasmin**, ou le **bigaradier**, qui dégagent une forte VA et sont tout à fait compatibles avec l'irrigation par les EUT, comme le démontre les récents travaux de l'INAT

Le test correspondrait à la mise en œuvre de l'itinéraire technique le plus adapté à la **conduite de la culture** (dates, choix des variétés, travail du sol, fertilisation voire traitements phytosanitaires,...).

Le CRDA pourra s'appuyer sur les instituts et offices techniques agricoles concernés, comme l'Institut de l'olivier (avec le CRDA a déjà une convention) ou l'Office de l'élevage et du pâturage.

■ Dispositifs et pratiques d'irrigation

Point fondamental, la ferme pilote doit être le principal levier pour faire progresser les pratiques d'irrigation sur le périmètre. Aujourd'hui, c'est **l'irrigation gravitaire à la raie** qui est la plus pratiquée (voire intégralement), ce qui cause du **gaspillage de l'eau** et un **risque sanitaire** évident pour les travailleurs agricoles, qui sont en contact direct avec les EUT.

La micro aspersion, le goutte-à-goutte, ou les techniques de gravitaire amélioré (rampes à vannettes et système californien) doivent pouvoir être testés. La réduction des apports à la parcelle pourrait permettre à terme de mobiliser les volumes économisés pour une nouvelle extension du PI.

■ Application des composts de boues et/ou des boues d'épuration

L'approche de pilote intégré qui est le fil rouge de la présente mission d'assistance technique de l'IME intègre également la valorisation des boues à la démarche d'ensemble.

A ce jour en Tunisie, la réglementation est en place, et il existe des références d'expérimentations de recyclage des boues d'épuration urbaines en agriculture. Mais cela n'a pas (encore) débouché sur une pratique reconnue et répandue sur le territoire. Or cette pratique présente un intérêt réel, en ce sens qu'elle peut permettre à la fois la gestion d'un déchet et la production d'un intrant organique, fertilisant ou amendement selon des options choisies

La ferme pilote doit permettre de tester l'usage de ces produits (compost de boues ou même simplement boues) afin d'en valider à la fois l'intérêt agronomique et l'innocuité sanitaire et environnementale :

- l'intérêt agronomique par les apports d'éléments fertilisants N et P, et/ou par un apport de matière organique stabilisée à même d'augmenter la teneur en matière organique des sols, donc la fertilité
- l'innocuité sanitaire par le suivi des éléments traces métalliques dans les sols et les cultures, et la vérification de l'absence de contamination microbiologique.

■ Vulgarisation sur la gestion du risque sanitaire

Enfin la ferme pilote doit être un lieu où les irrigants du PI de Zaouïet, et plus largement d'autres PI REUT (voire eaux conventionnelles) pourront venir obtenir de l'information et se former sur ces questions de conduites de culture, d'irrigation ou de fertilisation organique.

La vulgarisation portera également sur les bonnes pratiques de gestion du risque sanitaire : vaccination, équipements de protection individuelle, délais entre la dernière irrigation et la récolte du fourrage...

6.3.5 PARTENAIRES

La ferme pilote sera placée sous la responsabilité du CRDA, mais sera considérée comme **l'une des composantes essentielles du projet de REUT**, et donc suivie et soutenue par le groupe projet (équipe projet pluridisciplinaire EPD) proposé dans le cadre de la TH1 'Institutionnel'. A ce titre, la Santé et l'ANPE seront associés.

Des **écoles et centres de recherche en agronomie** (Chott Meriem, INAT, INRGREF) seront également impliqués dans la ferme pilote, pour déterminer le contenu puis encadrer les expérimentations, aux côtes du CRDA. Les projets de fins d'études d'étudiants pourront être mobilisés sur le PI, à l'image de ce qui se fait de manière moins intégrée sur le PI de Nabeul SE4.

6.4 PROPOSITION MAJEURE 3 : SYSTEME DE VIGILANCE SANITAIRE

6.4.1 OBJECTIF

L'objectif de la mise en place d'un système de vigilance est **d'anticiper des risques sanitaires** liés à la REUT **passant ainsi de la vision classique** de gestion des risques « intervention après constations de la non-conformité », plutôt réactive, à la **nouvelle vision plus réactive** de « Sécurité sanitaire de la REUT » faisant appel à la démarche d'analyse des risques pour éviter ou minimiser l'intensité de la survenue d'un impact négatif.

Ainsi, le **système de vigilance** a pour objet la **détection en temps réel** des évènements ayant des impacts négatifs (aigus ou chroniques) sur la santé liés aux pratiques de la REUT.

Cette proposition majeure est déclinée dans les actions

6.4.2 JUSTIFICATION

Les **dysfonctionnements du système d'assainissement** (incident réseau (pollution accidentelle, panne aérateurs, incident biomasse...) sont à l'origine de la perturbation de la qualité des EUT à la sortie de la STEP et sont considérés, actuellement comme sources majeures de fluctuations des paramètres biologiques et physico-chimiques de ces eaux.

Dans ces cas, l'utilisation aval des EUT avec un résidu élevé de charge polluante peut engendrer des pathologies infectieuses et des maladies qu'il serait plus judicieux de les éviter moyennant des mesures de gestion adaptées.

Le système de vigilance proposé ne prétend **ni à réduire le risque à zéro ni à remplacer la surveillance de routine** tel que définie par les textes réglementaires. C'est un outil de pilotage préventif des risques sanitaires.

6.4.3 CONSISTANCE DU SYSTEME DE VIGILANCE

Les principes généraux de la vigilance consistent en un processus de **détection, vérification, analyse, évaluation et investigation** lié à la gestion de tout événement indésirable qui affecte la qualité des EUT au point de réutilisation.

Le fonctionnement de ce système vise la réponse aux questions suivantes :

- Quels sont les paramètres d'intérêt à surveiller automatiquement en continu ?
- Quels sont les acteurs concernés ?
- Quels acteurs alerter et pourquoi ?
- Quels sont les mesures de gestion à entreprendre ?

Selon la nature des **signaux** (instantanés ou retardés), le système de vigilance sera conçu en deux composantes :

- Un **dispositif d'alerte** qui concerne le suivi instantané du paramètre qualité EUT.
- Un **dispositif de veille épidémiologique** qui renseigne hebdomadairement sur l'état des lieux de l'incidence des maladies saisonnières (gripes, conjonctivites, diarrhées de l'adulte et de l'enfant).

Deux conduites à tenir seront définies pour la maîtrise des risques selon la nature du signal.

6.4.4 LES PARAMETRES ET LES SIGNAUX

Certes, il serait **impossible de surveiller tous les paramètres de la qualité physico-chimique et biologique des EUT en temps réel**, ce qui nous amène à **choisir un ou deux paramètres** qui peuvent témoigner d'une façon la plus probable possible de la présence d'un événement

indésirable en l'occurrence la détérioration de la qualité bactériologique qui présente des risques majeurs pour les utilisateurs et les produits agricoles.

Ce paramètre doit présenter les qualités suivantes :

- Présence d'une relation scientifiquement prouvée entre celui-ci et les indicateurs de contamination fécale.
- Disponibilité de la solution technologique sur le marché ainsi que la simplicité d'utilisation, la durabilité et la facilité de sa maintenance.

Ainsi, d'après les expériences étrangères et la revue de la bibliographie **la turbidité** (*mesure facile et peu coûteuse*) semble être le paramètre le plus indiqué pour cette surveillance pour les raisons suivantes :

- Des corrélations significatives entre la turbidité et la concentration en E.coli ont été mise en évidence dans l'étude « *Caractérisation de la contamination microbiologique d'origine fécale de l'estuaire de la Seudre en période sèche*¹⁸. »
- De récentes études ont montré la possibilité d'utiliser la turbidité pour contrôler, évaluer la qualité des effluents dont une qui s'est intéressée à la relation entre la turbidité et les matières en suspension en réseau d'assainissement unitaire¹⁹ \$ et a confirmé l'intérêt de l'utilisation de la turbidité pour analyser la dynamique particulière dans un réseau d'assainissement unitaire et que le rapport entre la concentration en MES et la turbidité varie de 0,5 à 0,8 (mg/L*FAU) par temps sec et de 0,6 à 1,4 (mg/L*FAU) par temps pluvieux. (FAU Formazine turbidity unit).
- Plusieurs études citées par KHEMNGEUN Pongmala²⁰ affirment que les MES sont considérées comme une co-pollution d'E. coli avec la fraction d'association 50%.
- Relations établies entre le taux d'abattement de la turbidité et l'élimination des kystes de protozoaires (*eau potable*).

Plusieurs fournisseurs présentent des sondes adaptées aux EUT qui génèrent un signal traité numériquement. (Campbell Scientific France avec Turbidimètre programmable et autonettoyant OBS501, Endress+Hauser (Schweiz) Suisse avec la sonde Turbimax CUS52D...)

¹⁸ Caractérisation de la contamination microbiologique d'origine fécale de l'estuaire de la Seudre en période sèche. Ifremer Laboratoire Environnement Ressource des Pertuis Charentais. Piquet J.C., Fillon A., Thomas G. janvier 2011.

¹⁹ Relation entre la turbidité et les matières en suspension en réseau d'assainissement unitaire A. HANNOUCHE, G. CHEBBO, G. RUBAN, B. TASSIN1, C. JOANNIS (TSM numéro 10 - 2011 - 106e année)

²⁰ Modélisation de la contamination microbienne et des concentrations d'un micropolluant dans les débordements de réseaux d'égouts unitaires KHEMNGEUN Pongmala. Département des génies civil, géologique et des mines Ecole Polytechnique de Montréal. Novembre 2012.



Figure 68 : Exemples de capteurs de mesure de turbidité en continu

NB : pour le périmètre de Dakhla – Mahdia une sonde de contrôle du pH est à prévoir.

Un deuxième indicateur d'intérêt sanitaire est celui de l'incidence des maladies saisonnières (gripes, conjonctivites, diarrhées de l'adulte et de l'enfant). Cet indicateur est récupérable auprès du CSB (Centre de Santé de Base) qui gère le sous-système de surveillance par réseau sentinelle de ces pathologies à une fréquence hebdomadaire.

Le support de collecte se présente de la façon suivante :

Surveillance épidémiologique			
Site sentinelle : CSB			
Semaine du au			
	0-5ans	6-15 ans	> 16 ans
Grippe			
IRA			
Conjonctivite			
Diarrhée			
Total des consultants			

C'est un sous-système qui fonctionne bien et induit une très bonne réactivité en cas d'épidémie. Le signalement de nombre de cas inhabituel de pathologie au niveau du centre de Zaouit Sousse doit faire l'objet d'une alerte qui doit être gérée en considérant les impacts de la Reuse.

6.4.5 ACTEURS CONCERNES

Selon les missions règlementaires des organismes intervenants, deux acteurs principaux devront gérer le système de vigilance :

- Le **CRDA** à travers l'équipe projet en ce qui concerne le suivi de la qualité des EUT.

- La **Direction régionale de la Santé** en ce qui concerne les signalements des maladies.

Le CRDA chef de file du système de vigilance (chargé du transport des EUT au périmètre irrigué et du contrôle de la qualité) doit déclencher l'alerte en cas de dépassement des limites fixées pour le paramètre de surveillance.

L'ONAS responsable du traitement des EU doit revoir ses procédés de traitement, détecter le problème technique et prendre les mesures correctives.

La Direction régionale de la santé intervient sur deux plans :

- Vérifier la qualité bactériologique des EUT.
- Signaler l'apparition de cas sporadique ou épidémique de pathologies à partir du rapport hebdomadaire réseau sentinelle du CSB de Zaouïet Sousse.

Le GDA gère les mesures préventives à entreprendre au niveau du périmètre.

6.4.6 MESURES DE GESTION DU DISPOSITIF D'ALERTE

Une **situation de non-conformité** (*supérieure à la valeur de référence*) de la turbidité déclenche automatiquement la procédure d'alerte.

Le signalement de cas sporadique ou épidémique de pathologies à partir du rapport hebdomadaire réseau sentinelle du CSB de Zaouïet Sousse déclenche automatiquement la procédure d'alerte.

La conduite à tenir pour une alerte de non-conformité de la turbidité est décrite ci-après :

6.4.6.1 PREMIERE ETAPE (E1): INFORMATION DES STRUCTURES CONCERNEES.

Il s'agit en premier lieu d'informer **l'ONAS** producteur des EUT des détails de la non-conformité :

- Les valeurs enregistrées,
- les dates et les horaires des mesures.

L'ONAS doit riposter immédiatement par des **mesures in situ** de la turbidité à la sortie de la STEP et rendre compte au responsable du projet des résultats de mesures de vérification.

En deuxième lieu, une fois confirmé et/ou persistance de taux élevés de la turbidité ou encore il y a des discordances des valeurs enregistrés, la DRSP est informée pour valider ou non le déclenchement des étapes suivantes de la procédure d'alerte.

Cette tâche doit être réalisée entre 4 à 6 heures.

6.4.6.2 DEUXIEME ETAPE (E2) : ENQUETE SUR TERRAIN.

L'organisme de contrôle officiel (**DRS**) procède à :

- Un prélèvement d'échantillon moyen sur 24 heures pour analyser bactériologique et parasitologue.
- Une analyse rapide des risques sanitaires probables associés à l'exposition à ces EUT.

Cette tâche doit être réalisée **en 72 heures**.

6.4.6.3 TROISIEME ETAPE (E3) : DEFINITION DES MESURES DE GESTION

Sur la base des résultats d'analyse les deux cas se présentent :

- Si dépassement important et/ou présence de germes pathogène (Streptocoques fécaux, Salmonelles, Vibrions cholériques, Œufs de Nématodes intestinaux) : **arrêt de l'irrigation et information du GDA** pour prendre les mesures suivantes :
 - Localiser les parcelles irriguées au cours des quatre derniers jours.
 - Mettre ces parcelles en quarantaine pendant **un mois**²¹ puis procéder la coupe du fourrage et le laisser sécher sur place pendant **15 jours**.
 - Arrêter l'alimentation du bassin de régulation et procéder à une désinfection à l'eau de javel après trois jours de l'arrêt.
 - L'ONAS, après avoir pris les mesures nécessaires pour rétablir la situation informe le CDRA et la DRS pour réaliser des analyses de vérification et reprendre ou non le pompage vers le bassin de régulation.
- Si le dépassement ne concerne que les E.coli, l'irrigation ne sera pas arrêtée et le GDA est informé pour insister auprès des agriculteurs pour prendre les mesures préventives règlementaires concernant la tenue de travail et le respect du délai d'utilisation du fourrage. Le contrôle de routine assurera la surveillance par la suite.

6.4.6.4 QUATRIEME ETAPE (E4): REPRISE DE L'IRRIGATION

La reprise de l'irrigation ne doit se faire qu'après concertation lors d'une réunion du groupe projet avec rédaction d'un PV qui mentionne :

- La date et l'heure du déclenchement de l'alerte.
- Les mesures de gestions engagées.
- Les preuves de rétablissement de la situation normale.

²¹ Survie de divers organismes en jours sur les cultures entre 20 et 30°C : Entérovirus entre 60 et 15, Coliformes thermo-tolérants entre 30 et 15, V. cholerae entre 5 et 2, Helminthes entre 60 et 30 (OMS Volume II: Utilisation des eaux usées en agriculture).

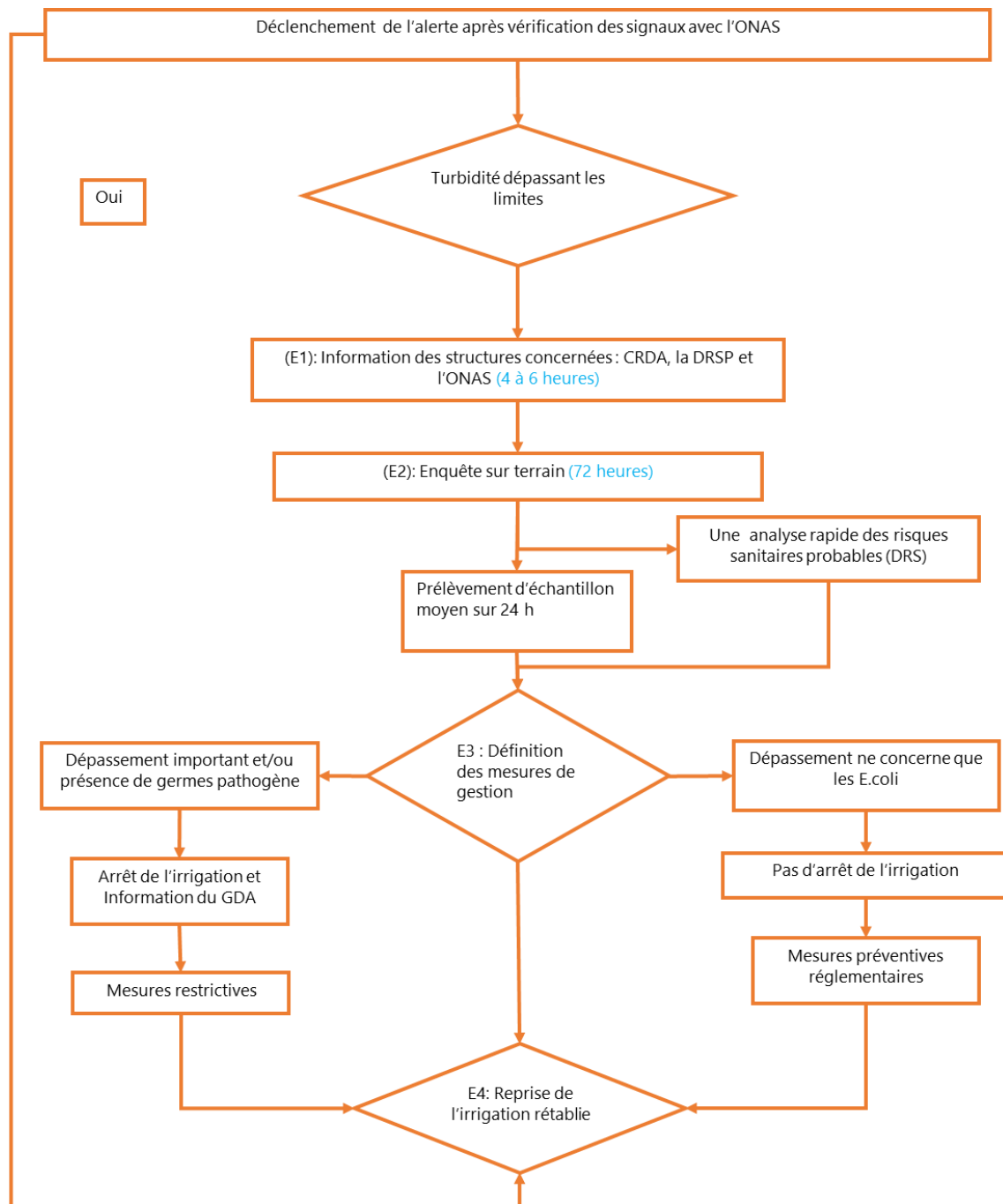


Figure 69 : Logigramme de fonctionnement du système d'alerte

6.4.7 MESURES DE GESTION DU DISPOSITIF DE VEILLE

Pour le signalement de **cas sporadique ou épidémique de maladie hydrique** à partir du rapport hebdomadaire du réseau sentinelle du CSB de Zaouïet Sousse, la conduite à tenir et les mesures de gestion à prendre sont décrites ci-après :

6.4.7.1 PREMIERE ETAPE (E1) : INFORMATION DES STRUCTURES CONCERNEES.

Il s'agit en premier lieu que la DRS informe du chef de file de l'équipe projet pour l'organisation d'une réunion en urgence de l'équipe.

La DRS procède à une **enquête de proximité** au niveau du périmètre de Zaouïet Sousse pour recenser le nombre de cas malades. Elle réalise des **analyses bactériologiques et parasitologiques** et en cas de non-conformité, les mesures de gestion décrites précédemment seront prises.

6.4.7.2 DEUXIEME ETAPE (E2) : REUNION DE L'EQUIPE PROJET.

Lors de la réunion, toutes les informations recueillies par la DRS et les derniers résultats d'analyses seront analysés pour décider de la nature des investigations à réaliser (enquête sur terrain, prélèvement d'échantillons (EUT, produits végétaux)).

6.4.7.3 TROISIEME ETAPE (E3) : DEFINITION DES MESURES DE GESTION.

Sur la base des résultats des investigations plusieurs situations peuvent se présenter :

- Si dépassement important et/ou présence de germes pathogène (Streptocoques fécaux, Salmonelles, Vibrions cholériques, Œufs de Nématodes intestinaux) : **arrêt de l'irrigation et information du GDA** pour prendre les mesures suivantes :
 - Localiser les parcelles irriguées au cours des quatre derniers jours.
 - Mettre ces parcelles en quarantaine pendant **un mois**²² puis procéder la coupe du fourrage et le laisser sécher sur place pendant **15 jours**.
 - Arrêter l'alimentation du bassin de régulation et procéder à une désinfection à l'eau de javel après trois jours de l'arrêt.
 - L'ONAS, après avoir pris les mesures nécessaires pour rétablir la situation informe le CDRA et la DRS pour réaliser des analyses de vérification et reprendre ou non le pompage vers le bassin de régulation.
- Évènement particulier (stagnation des EUT, non-respect des mesures d'hygiène et des pratiques culturales...) des mesures préventives règlementaires (restriction sur la durée d'utilisation des fourrages, destruction de culture...) seront envisagées.
- Le contrôle de routine assurera la surveillance par la suite.

6.4.7.4 QUATRIEME ETAPE (E4) : REPRISE DE L'IRRIGATION.

La reprise de l'irrigation ne doit se faire qu'après concertation lors d'une réunion du groupe projet avec rédaction d'un PV qui mentionne :

- La date et l'heure du déclenchement de l'alerte.
- Les mesures de gestion engagées.
- Les preuves de rétablissement de la situation normale.

²² Survie de divers organismes en jours sur les cultures entre 20 et 30°C : Entérovirus entre 60 et 15, Coliformes thermo-tolérants entre 30 et 15, V. cholerae entre 5 et 2, Helminthes entre 60 et 30 (OMS Volume II: Utilisation des eaux usées en agriculture).

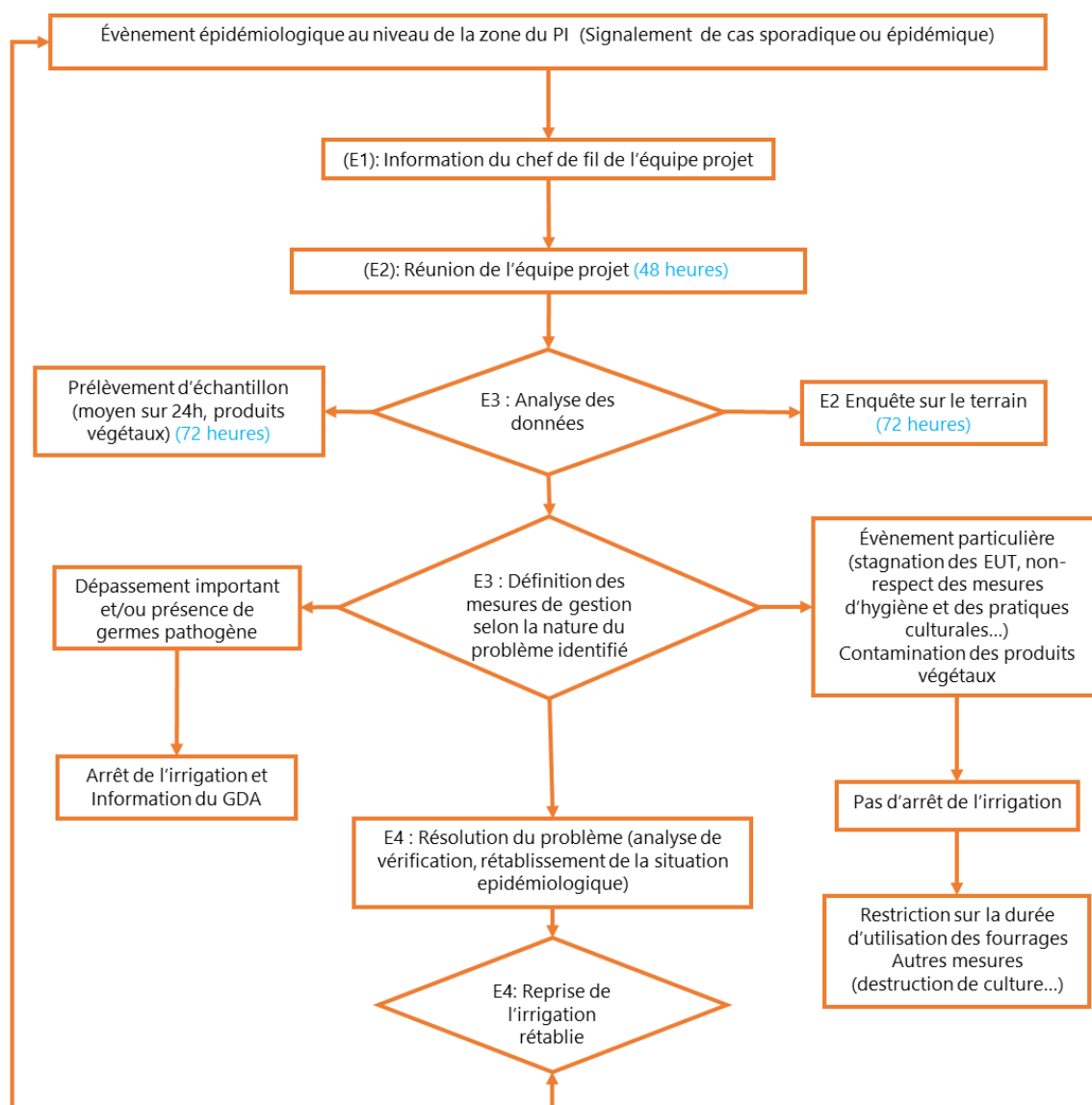


Figure 70 : Logigramme de fonctionnement du dispositif de veille épidémiologique

6.4.8 MOYENS A MOBILISER POUR LA MISE EN PLACE DU SYSTEME DE VIGILANCE

6.4.8.1 MOYENS INSTITUTIONNELS

S'agissant d'une nouvelle mesure impliquant trois structures (CRDA, DRSP et l'ONAS) relevant de différents trois ministères différents qui peut intégrer la **convention tripartite** CRDA/DRSP/GDA dans un premier temps et faire l'objet d'un cadre réglementaire spécifique dans un deuxième temps.

6.4.8.2 MOYENS ORGANISATIONNELS

Le Chef du projet-pilote et l'**Equipe technique pluridisciplinaire (EPD)** se chargeront du système de vigilance EUT. La surveillance épidémiologique hebdomadaire est assurée par le représentant exclusif de la DRSP au niveau du l'EPD.

6.4.8.3 MOYENS MATERIELS

Les **équipements spécifiques** : sonde, transmission et logiciels feront partie d'une budgétisation à part. Le chef de projet-pilote est chargé du monitoring du système sans qu'il y ait besoin d'autres moyens matériels.

6.5 PRESENTATION EXHAUSTIVE DU PLAN D'ACTIONS

6.5.1 DECLINAISON PAR THEMATIQUE

Chaque action proposée pour le PI de Zaouïet Sousse (actions communes avec le PI de Mahdia Dkhila 'C' + actions spécifiques 'Z') est rattachée à l'une des 10 thématiques, comme l'illustre le tableau ci-dessous :

Tableau 39 : Les 10 thématiques et les actions correspondantes

Thématique	Action
TH1 : contexte institutionnel – jeu d'acteurs	- 1.1. Conventionnement entre les acteurs opérationnels (C) - 1.2. Création d'un groupe projet REUT, sous la forme d'une équipe pluridisciplinaire (C) - 1.3. Partage des données via un site web (C) - 1.4. Création d'une Société régionale d'exploitation pour les PI en eau non conventionnelle (C) - 1.5. Implication des femmes et des jeunes dans le PI (C) - 1.6. Lutte contre le morcellement foncier (C) - 1.7. Sécurisation de l'accès au PI (Z)
TH2 : traitement de l'eau	- 2.1. Mise en place d'un système de traitement tertiaire centralisé, filtre à sable + UV (Z)
TH3 : réseau hydraulique de distribution des EUT	- 3.1. Sécurisation de la connexion STEP Sousse Sud –Zaouiet (Z) - 3.2. Mise en place d'une connexion STEP Hamdoun – Zaouiet (Z) - 3.3. Réhabilitation du réseau d'irrigation (Z) - 3.4. Formation du GDA sur les méthodes et outils d'organisation du tour d'eau (C) - 3.5. Renforcement de capacité en matière d'exploitation et maintenance du réseau (C)
TH4 : pratiques d'irrigation	- 4.1. Amélioration des pratiques d'irrigation par mise en place d'une ferme pilote (C) - 4.2. Achat groupé de matériel d'irrigation (C)
TH5 : qualité sanitaire de l'eau et gestion du risque	- 5.1. Vérification du respect des normes de qualité de l'eau, transparence, traçabilité (C) - 5.2. Conception et mise en place d'un système de surveillance REUSE (C) - 5.3. Conception et mise en place d'un système d'alerte REUSE (C) - 5.4. Consolidation et transmission des données d'analyses de qualité d'eau sols et produits agricoles vers une BDD nationale (C) - 5.5. Prise en charge du suivi médical, y compris la vaccination (C)

	- 5.6. Mise en œuvre d'un programme de sensibilisation des usages aux risques sanitaires (C) - 5.7. Suivi sanitaire des cultures (C) - 5.8. Poursuite des travaux de recherche et vulgarisation des résultats sur la contamination des produits alimentaires et le risque sanitaire correspondant (C)
TH6 : productions agricoles : itinéraires techniques	- 6.1. Essais en ferme pilote pour le développement de l'agro-écologie sur le PI de Zaouïet - 6.2. Formation en ferme pilote des irrigants aux bonnes pratiques agronomiques (ferti, phytos,...) - 6.3. Poursuite des travaux de recherche sur la valeur agronomique des EUT (C) - 6.4. Poursuite des travaux de recherche sur l'irrigation par les EUT et la qualité de l'huile d'olive, et vulgarisation
TH7 : productions agricoles : commercialisation	- 7.1. Appui à la commercialisation des produits en circuits courts (Z) - 7.2. Accompagnement des SMSA pour une meilleure fourniture de services aux éleveurs (C) - 7.3. Introduction de races bovines mixtes (Z) - 7.4. Mise en place d'aides à production fourragère (C)
TH8 : gestion des boues d'épuration	- 8.1. Mobilisation de déchets végétaux pour co-compostage (C) - 8.2. Mise en place d'une plate-forme de compostage centralisée sur l'agglomération de Sousse (Z) - 8.3. Essais en ferme pilote sur la valeur agronomique des boues d'épuration et composts (Z)
TH9 : équilibre économique	- 9.1. Etude d'un nouveau système de tarification (Z)
TH10 : externalités environnementales et économie circulaire	- 10.1. Suivi de l'impact de la REUT sur les eaux superficielles et souterraines (C) - 10.2. Utilisation des EUT de la STEP de Sousse Sud pour la zone industrielle (Z) - 10.3. Implantation de panneaux PV : énergies alternatives aux heures de pointe STEG (Z)

6.5.2 DECLINAISON PAR OBJECTIFS STRATEGIQUES ET NATURE

Une autre lecture du plan d'actions est possible à travers les **objectifs stratégiques** auxquels chaque action répond, la **nature de l'action (action d'ingénierie 'hard' ou mesure d'accompagnement 'soft')**.

Tableau 40 : Les 6 objectifs stratégiques et les actions d'ingénierie correspondantes

INGENIERIE (hard)			
OS	Action	Phasage	Montant (DT)
OS1 Assurer un service de l'eau de qualité par	- 2.1. Mise en place d'un système de traitement tertiaire centralisé, filtre à sable + UV (Z)	CT (2 ans)	1 500 kDT

rapport à la continuité du service et à la qualité de l'eau	- 3.1. Sécurisation de la connexion STEP Sousse Sud –Zaouiet (Z)	CT (2 ans)	2 500 kDT
	- 3.2. Mise en place d'une connexion STEP Hamdoun – Zaouiet	MT (4 ans)	5 000 kDT
	- 3.3. Réhabilitation du réseau d'irrigation	CT (2 ans)	3 000 kDT
	- 10.3. Implantation de panneaux PV pour la SP de Zaouiet : énergies alternatives	MT (3 ans)	900 kDT
OS2 Assurer la confiance dans le système	-	-	-
OS3 Assurer une bonne gouvernance du périmètre	- 1.3. Partage des données via un site web (C)	CT (1 an)	350 kDT
OS4 Assurer la qualité de la production agricole	-	-	-
OS5 Assurer la durabilité économique du périmètre	-	-	-
OS6 Assurer la durabilité environnementale des pratiques	- 8.2. Mise en place d'une plate-forme de compostage centralisée sur l'agglomération de Sousse (Z)	LT (5 ans)	20 000 kDT
	- 10.2. Utilisation des EUT de la STEP de Sousse Sud pour la zone industrielle (Z)	LT (5 ans)	Non chiffré à ce stade

Tableau 41 : Les 6 objectifs stratégiques et les mesures d'accompagnement correspondantes

MESURES D'ACCOMPAGNEMENT (soft)			
OS	Action	Phasage	Montant (DT)
OS1 Assurer un service de l'eau de qualité par rapport à la continuité du service et à la qualité de l'eau	- 3.4. Formation du GDA sur les méthodes et outils d'organisation du tour d'eau (C) - 3.5. Renforcement de capacité en matière d'exploitation et maintenance du réseau (C) - 5.1. Vérification du respect des normes de qualité de l'eau, transparence, traçabilité (C) - 5.2. Conception et mise en place d'un système de surveillance REUSE (C) - 5.3. Conception et mise en place d'un système d'alerte REUSE (C)	CT (2 ans)	80 kDT + 10 kDT/a
OS2 Assurer la confiance dans le système	- 1.7. Sécurisation de l'accès au PI (Z) - 5.4. Consolidation et transmission des données d'analyses de qualité d'eau sols et produits agricoles vers une BDD nationale (C)	CT (2 ans)	Vaccination + 10 kDT + 90 kDT/a

	- 5.5. Prise en charge du suivi médical, y compris la vaccination (C) - 5.6. Mise en œuvre d'un programme de sensibilisation des usages aux risques sanitaires (C) - 5.8. Poursuite des travaux de recherche et vulgarisation des résultats sur la contamination des produits alimentaires et le risque sanitaire correspondant (C) - 6.3. Poursuite des travaux de recherche sur la valeur agronomique des EUT (C) - 6.4. Poursuite des travaux de recherche sur l'impact de l'irrigation par les EUT sur la qualité de l'huile d'olive, et vulgarisation (C)		
OS3 Assurer une bonne gouvernance du périmètre	- 1.1. Conventionnement entre les acteurs opérationnels (C) - 1.2. Création d'un groupe projet REUT, sous la forme d'une équipe pluridisciplinaire (C) - 1.4. Création d'une Société régionale d'exploitation pour les PI en eau non conventionnelle (C) - 1.5. Implication des femmes et des jeunes dans le PI (C)	CT (2 ans)	NA
OS4 Assurer la qualité de la production agricole	- 4.1. Amélioration des pratiques d'irrigation par mise en place d'une ferme pilote (C) - 4.2. Achat groupé de matériel d'irrigation (C) - 5.7. Suivi sanitaire de la qualité des cultures (C) - 6.1. Essais en ferme pilote pour le développement de l'agro-écologie sur le PI de Zaouïet - 6.2. Formation en ferme pilote des irrigants aux bonnes pratiques agronomiques (ferti, phytos,...) (C)	CT (2 ans)	60 kDT + 700 kDT achat de matériel d'irrigation + 40 kDT/a
OS5 Assurer la durabilité économique du périmètre	- 1.6. Lutte contre le morcellement foncier (C) - 7.1. Appui à la commercialisation des produits en circuits courts (Z) - 7.2. Accompagnement des SMSA pour une meilleure fourniture de services aux éleveurs (C) - 7.3. Introduction de races bovines mixtes plus rustiques (Z) - 7.4. Mise en place d'aides à production fourragère (C) - 9.1. Etude d'un nouveau système de tarification (Z)	CT (2 ans)	330 kDT
OS6 Assurer la durabilité environnementale des pratiques	- 8.1. Mobilisation de déchets végétaux pour co-compostage (C) - 8.3. Essais en ferme pilote sur la valeur agronomique des boues d'épuration et composts (Z) - 10.1. Suivi de l'impact de la REUT sur les eaux superficielles et souterraines (C)	CT (2 ans)	60 kDT/a

ANNEXES

ANNEXE 1 : L'ARRETE 'REJETS' DU 26 MARS 2018

MINISTERE DU COMMERCE

Par décret gouvernemental n° 2018-315 du 26 mars 2018.

Monsieur Nassim Nasri est nommé chargé de mission au cabinet du ministre du commerce, à compter du 1^{er} novembre 2017.

**MINISTERE DES AFFAIRES LOCALES
ET DE L'ENVIRONNEMENT**

Arrêté du ministre des affaires locales et de l'environnement et du ministre de l'industrie et des petites et moyennes entreprises du 26 mars 2018, fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur.

Sur proposition du ministre des affaires locales et de l'environnement et du ministre de l'industrie et des petites et moyennes entreprises,

Vu la constitution,

Vu le code du travail promulgué par la loi n° 66-27 du 30 avril 1966, ensemble les textes qui l'ont modifié ou complété et notamment le décret-loi n° 2011-115 du 2 novembre 2011,

Vu le code des eaux promulgué par la loi n° 75-16 du 31 mars 1975, ensemble les textes qui l'ont modifié ou complété et notamment le décret n° 2001-2606 du 9 novembre 2001,

Vu la loi n° 88-91 du 2 août 1988, portant création d'une agence nationale de protection de l'environnement, telle que modifiée par la loi n° 92-115 du 30 novembre 1992 et notamment les articles 8 et 11,

Vu la loi n° 93-41 du 19 avril 1993, relative à l'office national de l'assainissement, telle que complétée par la loi n° 2004-70 du 2 août 2004 et par la loi n° 2007-35 du 4 juin 2007,

Vu la loi n° 95-70 du 17 juillet 1995, relative à la conservation des eaux et du sol,

Vu la loi n° 95-73 du 24 juillet 1995, relative au domaine public maritime, telle que modifiée par la loi n° 2005-33 du 4 avril 2005,

Vu la loi n° 96-41 du 10 juin 1996, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination, telle que complétée par la loi n° 2001-14 du 30 janvier 2001, portant simplification des procédures administratives relatives aux autorisations délivrées par le ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire dans les domaines de sa compétence,

Vu la loi n° 2009-38 du 30 juin 2009, relative au système national de normalisation, telle que modifiée par la loi n° 2016-16 du 3 mars 2016,

Vu le décret n° 79-768 du 8 septembre 1979, réglementant les conditions de branchement et de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement,

Vu le décret n° 81-793 du 9 juin 1981, portant organisation des services de l'administration centrale du ministère de la santé publique, ensemble les textes qui l'ont modifié ou complété et notamment le décret n° 2014-3939 du 24 octobre 2014,

Vu le décret n° 85-56 du 2 janvier 1985, relatif à la réglementation des rejets dans le milieu récepteur,

Vu le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989, fixant les conditions d'utilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles, tel que modifié par le décret n° 93-2447 du 13 décembre 1993,

Vu le décret n° 90-2273 du 25 décembre 1990, portant statut des experts contrôleurs de l'agence nationale de protection de l'environnement,

Vu le décret n° 93-2120 du 25 octobre 1993, fixant les conditions et les modalités d'intervention du fonds de dépollution, tel que modifié par le décret n° 2005-2636 du 24 septembre 2005,

Vu le décret n° 94-1885 du 12 septembre 1994, fixant les conditions de déversement et de rejet des eaux résiduaires autres que domestiques dans les réseaux d'assainissement implantés dans les zones d'intervention de l'office national de l'assainissement,

Vu le décret n° 94-2050 du 3 octobre 1994, fixant les conditions de raccordement aux réseaux publics d'assainissement dans les zones d'intervention de l'office national de l'assainissement, tel que modifié par le décret n° 2001-1534 du 25 juin 2001,

Vu le décret n° 95-916 du 22 mai 1995, fixant les attributions du ministère de l'industrie, tel que modifié et complété notamment par le décret gouvernemental n° 2016-294 du 9 mars 2016,

Vu le décret n° 2000-2339 du 10 octobre 2000 fixant la liste des déchets dangereux,

Vu le décret n° 2005-1991 du 11 juillet 2005, relatif à l'étude d'impact sur l'environnement et fixant les catégories d'unités soumises à l'étude d'impact sur l'environnement et les catégories d'unités soumises aux cahiers des charges,

Vu le décret n° 2005-2933 du 1^{er} novembre 2005, fixant les attributions du ministère de l'environnement et du développement durable et notamment son article 2,

Vu le décret n° 2005-3280 du 19 décembre 2005, fixant les conditions et les procédures d'octroi de la concession de financement, de la réalisation et d'exploitation des ouvrages d'assainissement à des personnes privées,

Vu le décret n° 2006-2687 du 9 octobre 2006, relatif aux procédures d'ouverture des établissements dangereux ou insalubres ou incommodes et leur exploitation,

Vu le décret Présidentiel n° 2016-107 du 27 août 2016, portant nomination du chef du gouvernement et de ses membres,

Vu le décret Présidentiel n° 2017-124 du 12 septembre 2017, portant nomination de membres de gouvernement,

Vu le décret Présidentiel n° 2017-247 du 25 novembre 2017, portant nomination de membres de gouvernement,

Vu l'arrêté du ministre de l'économie nationale du 20 juillet 1989, portant homologation de la norme tunisienne relative aux rejets d'effluents dans le milieu hydrique

Arrêtent :

Article premier- Les dispositions du présent arrêté fixent les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur.

Art. 2 - Au sens des dispositions du présent arrêté, on entend par :

1) Milieu récepteur : le milieu dans lequel on rejette des effluents et qui inclut le domaine public maritime, le domaine public hydraulique et le réseau public d'assainissement.

- le domaine public maritime tel que défini par la loi susvisée n° 95-73 du 24 juillet 1995,

- le domaine public hydraulique tel que défini par le code des eaux,

- le réseau public d'assainissement comprenant l'ensemble des ouvrages publics destinés à la collecte des eaux usées, à leur transport, traitement et à la gestion des eaux traitées.

2) Effluents : Tout écoulement d'eaux usées d'origine domestique ou autre ayant ou non subi un traitement préalable et évacué directement ou indirectement dans le milieu récepteur.

3) Le flux journalier maximal : la quantité maximale journalière des effluents traités rejetés dans le milieu récepteur

Art. 3 - Les concentrations des effluents doivent être conformes aux valeurs limites pour le milieu récepteur indiquées à l'annexe 1 du présent arrêté.

Pour les installations industrielles qui relèvent des secteurs d'activités figurant à l'annexe 2 du présent arrêté, les concentrations de leurs effluents doivent être conformes aux valeurs limites indiquées dans la dite annexe.

Les concentrations sont contrôlées sur l'effluent brut non décanté et non filtré, sans dilution préalable ou mélange avec d'autres effluents.

Art. 4 - Pour toutes les activités non couvertes par les secteurs d'activités figurant à l'annexe 2 du présent arrêté et pour toutes les stations de traitement dont les eaux brutes sont constituées d'un mélange d'effluents de plusieurs activités, les concentrations de leurs effluents doivent être conformes aux valeurs limites spécifiées à l'annexe 1 du présent arrêté.

Art. 5 - Les installations industrielles relevant des secteurs d'activités mentionnés à l'annexe 2 du présent arrêté doivent effectuer les analyses périodiques des paramètres indiqués dans cette annexe selon le secteur auquel elles appartiennent.

Art. 6 - Les exploitants des installations industrielles appartenant à des secteurs non mentionnés à l'annexe 2 du présent arrêté, doivent transmettre à l'agence nationale de protection de l'environnement la liste des matières premières utilisées dans l'installation et des paramètres analysés ainsi que de la fréquence des analyses et ce dans un délai de 6 mois à partir de la date de promulgation du présent arrêté.

Les exploitants de ces installations doivent également, le cas échéant, présenter aux experts contrôleurs et des agents assermentés et habilités relevant du ministère chargé de l'environnement et du ministère chargé de la santé publique, les justifications techniques prouvant l'absence, de certains polluants figurant à l'annexe 1 du présent arrêté.

Art. 7 - Les exploitants des installations industrielles appartenant à l'un des secteurs mentionnés à l'annexe 2 du présent arrêté, en cas de présence prouvée d'autres substances polluantes rejetées dans ses effluents dont les valeurs limites pour ces substances ne sont pas fixées dans l'annexe 2 du présent arrêté doivent respecter les valeurs limites indiquées à l'annexe 1 du présent arrêté en ce qui concerne les substances en question.

Art. 8 - Les valeurs limites sont appliquées sur la base de mesures, et analyses sur des échantillons prélevés régulièrement sur vingt-quatre heures à l'aide d'un dispositif d'échantillonnage.

La valeur limite d'émission en flux est précisée comme suit : en m³/t de produit ou kg/an ou en kg/j ou g/j.

Les méthodes de prélèvement et d'analyse des échantillons d'effluents doivent être conformes aux normes tunisiennes mentionnées à l'annexe 3 du présent arrêté. En cas d'absence de normes tunisiennes seront appliquées les normes internationales.

Art. 9 - Les exploitants des installations industrielles, y compris celles relevant des secteurs d'activités mentionnés à l'annexe 2 du présent arrêté et qui rejettent des effluents dans le milieu récepteur, sont tenus de procéder eux-mêmes ou de faire procéder à travers des laboratoires spécialisés aux analyses physico-chimiques, bactériologiques et chimiques de ses effluents. Les exploitants consignent les résultats des analyses effectuées dans un registre qu'ils mettent à la disposition des experts contrôleurs et des agents assermentés et habilités relevant du ministère chargé de l'environnement et du ministère chargé de la santé publique.

La fréquence des analyses pour le contrôle des effluents rejetés dans le milieu récepteur est fixée comme suit :

a. Une fois par mois au minimum, des échantillons moyens composés seront prélevés sur 24 heures pour procéder aux analyses physico-chimiques et bactériologiques pour les paramètres indiqués dans l'annexe 2 du présent arrêté, selon le type d'activité, à savoir : PH, matières en suspensions (M.E.S), demande chimique en oxygène (DCO), demande biologique en oxygène (DBO), conductivité électrique, chlorure, sodium, nitrate, nitrite, azote, phosphore, et les paramètres microbiologiques.

b. Une fois par trimestre au minimum, des échantillons moyens composés seront prélevés sur 24 heures pour procéder aux analyses chimiques de tout le reste des autres paramètres indiqués dans l'annexe 2 du présent arrêté, selon le type d'activité et non visés dans le paragraphe (a) du présent article, et notamment les paramètres suivants: Bore, Cuivre, Étain, Fer, Manganèse, Zinc, Cobalt, Baryum, Argent, Arsenic, Aluminium, Cadmium, Cyanure, Chrome trivalent, Chrome hexavalent, Titane, Antimoine, Nickel, Sélénium, Mercure, Plomb.

Art. 10 - L'accord pour le raccordement à une station collective urbaine ou industrielle de traitement des effluents n'est délivré que lorsque l'infrastructure collective d'assainissement permet de traiter l'effluent industriel conformément à la législation et la réglementation en vigueur.

Art. 11 - Le ministre chargé de l'industrie et le ministre chargé de l'environnement, peuvent accorder par décision, au cas par cas, et pour une durée déterminée des dérogations à l'application de l'obligation de respecter les valeurs limites des rejets des effluents, et ce après avis des ministères concernés.

Art. 12 - Les infractions aux dispositions du présent arrêté sont constatées et poursuivies conformément à la législation en vigueur.

Art. 13 - Sont abrogées les dispositions antérieures contraires au présent arrêté et notamment l'arrêté du ministre de l'économie nationale du 20 juillet 1989, portant homologation de la norme tunisienne relative aux rejets d'effluents dans le milieu hydrique.

Art. 14 - Le présent arrêté prend effet après six mois à compter de la date de sa publication au Journal Officiel de la République Tunisienne et après dix huit mois pour l'application des valeurs limites des coliformes fécaux et streptocoques fécaux fixés dans le tableau « d » relatif aux paramètres microbiologiques dans l'annexe 1 du présent arrêté.

Art. 15 - Le présent arrêté sera publié au Journal Officiel de la République Tunisienne.

Tunis, le 26 mars 2018.

*Le ministre de l'industrie
et des petites et moyennes entreprises*

Slim Feriani

*Le ministre des affaires locales
et de l'environnement*

Riadh Mouakher

Vu

Le Chef du Gouvernement

Youssef Chahed

ANNEXE 1

Rejet dans le Domaine public maritime, hydraulique et réseau public d'assainissement

a) Matières en suspensions (M.E.S), demandes chimique et biochimique en oxygène (DCO et DBO)

Paramètres	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Matières en Suspensions (M.E.S) (mg/l)	• 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j	• 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j	400
Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅) (mg O ₂ /l)	• 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j	• 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j	400
Demande Chimique en Oxygène (DCO) (mg O ₂ /l)	• 125 • 160 si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j	• 125 • 160 si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j	1000

b) Azote et phosphore

Paramètres	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Nitrates NO ₃ -N (mg NO ₃ /l)	90	50	90
Nitrites NO ₂ -N (mg NO ₂ /l)	5	0,5	10
Azote kjeldahl, NtK (mg N/l)	30	5	100
Phosphore total, Pt (mg/l)	2	2	10

c) Autres paramètres

Paramètres	Expression des résultats	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Température mesurée au moment du prélèvement	En degrés Celsius (°C)	35 °C	25 °C	35 °C
Couleur	mg/l Échelle au platine cobalt	100	70	fixer selon la cas
pH		6,5 < pH < 8,5	6,5 < pH < 8,5	6,5 < pH < 9
Matières décan- tables	ml/l après 2 heures	0,3	0,3	sans exigence
Chlorures : Cl ⁻	mg/l	sans exigence	700	700
Conductivité	µS/cm	sans exigence	5000	5000
Chlore actif : Cl ₂	mg Cl ₂ /l	0,6	0,6	1
Bioxyde de chlore : ClO ₂	mg/l	0,2	0,2	0,5
Brome actif : Br ₂	mg/l	0,2	0,2	1
Sulfate : SO ₄ ²⁻	mg/l	1000	600	500
Magnésium : Mg	mg/l	2000	300	300
Calcium : Ca	mg/l	sans exigence	500	sans exigence
Potassium : K	mg/l	1000	50	50
Sodium : Na	mg/l	sans exigence	700	1000
Fer+Aluminium : Fe+Al	mg/l	5	5	10
Sulfures : S ²⁻	mg/l	2	1	3
Fluorures dissous : F ⁻	mg/l	3	3	3
Indice de Phénols	mg/l	0,5	0,5	1
Graisses et huiles saponifiables	mg/l	10	10	30
Hydrocarbures aliphatiques totaux (huiles, graisses et goudron) d'origine Minérale	mg/l	10	2	10
Détergents anioniques du type alkyl-benzène sulfonates (ABS)	mg/l	2	1	5
Bore : B	mg/l	20	2,4	2,4
Cuivre : Cu	mg/l	2	2	2
Etain : Sn	mg/l	2	2	2
Manganèse : Mn	mg/l	1	1	1
Zinc : Zn	mg/l	5	5	5
Cobalt : Co	mg/l	0,5	0,5	0,5
Baryum : Ba	mg/l	10	0,7	10
Argent : Ag	mg/l	0,1	0,1	0,1
Arsenic : As	mg/l	0,1	0,1	0,1
Cadmium : Cd	mg/l	0,01	0,01	0,1
Cyanure : CN	mg/l	0,1	0,1	0,5
Chrome hexavalent : Cr ^{VI}	mg/l	0,1	0,05	0,5
Chrome trivalent : Cr ^{III}	mg/l	0,5	0,5	1
Antimoine : Sb	mg/l	0,1	0,1	0,2
Nickel : Ni	mg/l	1	0,2	1
Sélénium : Se	mg/l	0,5	0,05	1
Mercure : Hg	mg/l	0,005	0,005	0,01
Plomb : Pb	mg/l	0,5	0,1	1
Titane : Ti	mg/l	1	1	2
Composés organiques halogénés (AOX)	mg/l	1	1	1

d) Paramètres microbiologiques

Paramètres	Expression des résultats	Domaine public maritime (DPM)	Domaine public hydraulique (DPH)	Réseau public d'assainissement (RPA)
Coliformes fécaux	NPP ⁽¹⁾ par 100 ml	2000	2000	—
Streptocoques fécaux	NPP par 100 ml	1000	1000	—
Salmonelles	NPP par 100 ml	Absence	Absence	—
Vibrions cholériques	NPP par 100 ml	Absence	Absence	—
Œufs de Nématodes intestinaux	Moyenne arithmétique	< 1/1000 ml	< 1/1000 ml	—

⁽¹⁾ nombre le plus probable

ANNEXE 2 : LA NORME 'REUT' NT 106.03

NORME TUNISIENNE

NT 106.03 (1989)

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

UTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES A DES FINS AGRICOLES SPECIFICATIONS PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

Paramètres	Concentration maximale admissible		
Ph	6.5- 8.5		
Conductivité électrique (CE)	7000	uS/cm	
Demande chimique en oxygène (DCO)	90	mg O ₂ /l	(a)
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	30	mg O ₂ /l	(b)
Matière en suspension (MES)	30	mg/l	(b)
Chlorures (Cl)	2000	mg/l	
Fluorures (F)	3	mg/l	
Organochlores	0.001	mg/l	
Arsenic (As)	0.1	mg/l	
Bore (B)	3	mg/l	
Cadmium (Cd)	0.01	mg/l	
Cobalt (Co)	0.1	mg/l	
Chrome (Cr)	0.1	mg/l	
Cuivre (Cu)	0.5	mg/l	
Fer (Fe)	5	mg/l	
Manganèse (Mn)	0.5	mg/l	
Mercure (Hg)	0.001	mg/l	
Nickel (Ni)	0.2	mg/l	
Plomb (Pb)	1	mg/l	
Sélénium (Se)	0.05	mg/l	
Zinc (Zn)	5	mg/l	
Moyenne arithmétique des oeufs de némathodes intestinaux	≤ 1/l		

(a) : sur moyenne de 24 heures

(b) : sauf dérogation particulière

ANNEXE 3 : BIBLIOGRAPHIE RELATIVE AU RISQUE SANITAIRE

1. Organisation mondiale de la Santé 2012 : Directives oms pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères/ volume1 considérations d'ordre politique et réglementaire.
2. Organisation Mondiale de la Santé 2016 : Planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement
3. Ministère de l'Agriculture : Etude préalable à un plan national 'réutilisation des eaux usées traitées' pour la Tunisie diagnostic de l'existant. livrable n°4/7 : bilan des campagnes d'analyses d'eaux, sols et cultures mars 2018. SCP et G.Eau de Marseille
4. ANCSEP : Etude d'impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles .Octobre 2018
5. Ministère de l'Equipeement de l'Aménagement du territoire et du Développement Durable (D G E Q V) Stratégie nationale de communication et de sensibilisation à l'utilisation des eut et des boues de STEP et initiation des activités de sensibilisation à l'échelle régionale. Juin 2014.
6. Ministère de la Sante (DHMPPE) Evaluation de la qualité des eaux usées réutilisées à des fins agricoles. Janvier 2014.
7. Ministère de l'Agriculture des Ressources Hydraulique et de la Pêche (DGGRE). Situation des périmètres irrigués à partir des eaux usées traitées campagne 2015-2016.
8. Ministère de la Sante (DHMPPE) Evaluation de la qualité des boues résiduelles valorisées en agriculture .2015.
- 9.Nebil BELAID : Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse DOCTORAT/janvier 2010.
10. Dr Aicha Hchaichi. Bilan des épidémies d'origine hydrique investiguées en Tunisie et principales recommandations. Observatoire Nationale des Maladies Nouvelles et Emergentes Ministère de la santé, Tunisie Séminaire ANCSEP/ 19 Mars 2019.

ANNEXE 4 : RESULTATS TECHNICO ECONOMIQUES DES PRODUCTIONS

Présentation des principaux indicateurs technico-économiques pour les **58 exploitations ayant des oliviers** et présentant un jeu de données dont on suppose qu'il est complet.

N°	Surface conversion ha	Rendemen t moyen	Prix estimé	Produit brut	Produit brut par hectare	Coût total	Coût total par hectare	Valeur ajoutée brute	Valeur ajoutée brute par hectare	Coût mécanisatio n sur coût total
2	0,3	10	1000	3 000	10 000	150	500	2 850	9 500	100%
4	1,5	10	1000	15 000	10 000	135	90	14 865	9 910	100%
5	0,5	19	1000	9 500	19 000	445	890	9 055	18 110	40%
6	0,5	10	1000	5 000	10 000	150	300	4 850	9 700	100%
7	6	10	1000	60 000	10 000	150	25	59 850	9 975	100%
8	2	10,7	1000	21 400	10 700	750	375	20 650	10 325	53%
10	4	10	1000	40 000	10 000	1 500	375	38 500	9 625	10%
11	0,7	11,25	1000	7 875	11 250	150	214	7 725	11 036	100%
12	0,4	10	1000	4 000	10 000	120	300	3 880	9 700	100%
14	4	11	700	30 800	7 700	1 116	279	29 684	7 421	0%
15	0,5	11,96	1000	5 980	11 960	200	400	5 780	11 560	100%
17	0,3	10	1000	3 000	10 000	120	400	2 880	9 600	100%
18	1	10	1000	10 000	10 000	140	140	9 860	9 860	100%
20	0,45	10	1000	4 500	10 000	220	489	4 280	9 511	45%
22	1,5	10	1000	15 000	10 000	400	267	14 600	9 733	100%
26	1	10	1000	10 000	10 000	320	320	9 680	9 680	38%

28	1	10	1000	10 000	10 000	75	75	9 925	9 925	100%
29	0,3	10	1000	3 000	10 000	120	400	2 880	9 600	100%
31	0,14	11,78	1000	1 650	11 786	233	1 664	1 417	10 121	19%
34	10	12,25	800	98 000	9 800	4 240	424	93 760	9 376	34%
35	1,099	12,27	1000	13 490	12 275	1 120	1 019	12 370	11 256	75%
36	3	11	1000	33 000	11 000	1 310	437	31 690	10 563	46%
37	0,3	13,5	1000	4 050	13 500	450	1 500	3 600	12 000	44%
38	0,08	13,75	1000	1 100	13 750	100	1 250	1 000	12 500	0%
40	0,1	16	1111	1 778	17 776	110	1 100	1 668	16 676	45%
41	1	14	700	9 800	9 800	540	540	9 260	9 260	17%
42	0,2	13,15	1481	3 895	19 475	660	3 300	3 235	16 175	18%
43	3	10,08	1000	30 250	10 083	1 880	627	28 370	9 457	24%
45	15	11	1000	165 000	11 000	5 100	340	159 900	10 660	16%
47	6	10,66	800	51 200	8 533	5 860	977	45 340	7 557	51%
49	1	12,25	1000	12 250	12 250	290	290	11 960	11 960	31%
50	3	11,5	1000	34 500	11 500	1 060	353	33 440	11 147	6%
51	2	13,5	1000	27 000	13 500	2 150	1 075	24 850	12 425	28%
52	10	11	900	99 000	9 900	5 400	540	93 600	9 360	37%
53	2	8	1000	16 000	8 000	930	465	15 070	7 535	16%
54	2	15,25	1000	30 500	15 250	1 080	540	29 420	14 710	37%
55	1	10	800	8 000	8 000	1 110	1 110	6 890	6 890	14%

56	1,5	12	800	14 400	9 600	1 540	1 027	12 860	8 573	13%
57	1,5	14	700	14 700	9 800	1 120	747	13 580	9 053	13%
58	2	10,125	1000	20 250	10 125	1 170	585	19 080	9 540	13%
59	1	12	800	9 600	9 600	465	465	9 135	9 135	65%
60	1	10,25	1000	10 250	10 250	1 050	1 050	9 200	9 200	10%
61	0,5	14,5	700	5 075	10 150	560	1 120	4 515	9 030	27%
62	0,15	12	900	1 620	10 800	800	5 333	820	5 467	13%
63	4	12,25	1000	49 000	12 250	1 350	338	47 650	11 913	27%
65	2,2	16,36	1000	36 000	16 364	1 600	727	34 400	15 636	25%
66	0,18	12,77	1000	2 300	12 778	155	861	2 145	11 917	32%
67	0,85	12,05	1000	10 250	12 059	1 860	2 188	8 390	9 871	13%
68	5	10,48	1000	52 400	10 480	1 682	336	50 718	10 144	2%
69	3,7	13,5	800	39 960	10 800	600	162	39 360	10 638	0%
70	1	10,5	800	8 400	8 400	1 360	1 360	7 040	7 040	6%
71	0,185	10,5	1000	1 943	10 500	210	1 135	1 733	9 365	24%
72	0,5	17	800	6 800	13 600	750	1 500	6 050	12 100	20%
73	1,6	20,5	800	26 240	16 400	580	363	25 660	16 038	17%
74	1	11,75	1000	11 750	11 750	518	518	11 232	11 232	0%
75	0,3	10,5	800	2 520	8 400	380	1 267	2 140	7 133	26%
76	4	10,23	800	32 760	8 190	3 600	900	29 160	7 290	56%
77	0,8	10,31	1000	8 250	10 313	585	731	7 665	9 581	18%

Présentation des principaux indicateurs technico-économiques pour les **30 exploitations ayant des vaches laitières** et présentant un jeu de données complet.

N°	Nombre de mères laitières	Nombre de têtes en production de viande	Produit brut lait et viande	Coûts de production (y compris coûts de fourrage)	Coût de l'alimentation sur le coût total	Coût de l'alimentation sur le produit brut	Coût par tête productive	Valeur ajoutée brute	Valeur ajoutée brute par tête productive
2	2	22 300	8 381	96%	36%	3%	2 095	13 919	3 480
3	4	40 087	13 338	92%	31%	2%	1 667	26 749	3 344
4	4	13 070	14 576	95%	106%	0%	2 429	-1 506	-251
5	1	12 150	8 006	72%	47%	8%	2 669	4 145	2 072
13	1	18 240	3 900	72%	15%	22%	1 300	14 340	7 170
14	5	55 600	28 361	75%	38%	10%	2 182	27 239	2 724
18	10	42 914	33 145	92%	71%	1%	1 578	9 769	575
22	5	31 270	43 680	85%	119%	0%	3 120	-12 410	-1 379
27	1	5 460	8 544	74%	115%	0%	8 544	-3 084	-3 084
30	3	20 019	4 596	98%	23%	6%	575	15 422	3 084
32	6	48 525	35 143	100%	72%	2%	2 196	13 382	1 115
33	2	16 554	1 301	97%	8%	5%	434	15 254	7 627
39	5	26 967	19 858	100%	73%	3%	3 310	7 109	1 422
41	8	54 531	40 926	99%	74%	2%	1 637	13 605	907
44	3	17 350	11 290	97%	63%	0%	1 613	6 060	1 212

N°	Nombre de mères laitières	Nombre de têtes en production de viande	Produit brut lait et viande	Coûts de production (y compris coûts de fourrage)	Coût de l'alimentation sur le coût total	Coût de l'alimentation sur le produit brut	Coût par tête productive	Valeur ajoutée brute	Valeur ajoutée brute par tête productive
53	4	37 307	1 804	96%	5%	37%	139	35 503	7 101
54	3	21 287	3 501	89%	15%	3%	875	17 786	4 447
55	5	37 125	4 802	52%	7%	25%	400	32 323	3 591
57	2	20 356	2 700	99%	13%	0%	900	17 656	5 885
58	2	17 350	3 540	102%	21%	11%	1 180	13 810	4 603
59	3	25 116	5 664	97%	22%	10%	1 888	19 452	6 484
62	1	5 954	2 403	81%	33%	0%	1 202	3 551	3 551
63	2	11 864	5 778	92%	45%	0%	340	6 086	1 522
64	6	27 540	341	29%	0%	0%	18	27 199	3 400
65	2	10 438	4 451	97%	41%	0%	1 113	5 987	1 996
72	2	18 742	2 306	95%	12%	0%	461	16 436	5 479
73	3	12 282	3 702	96%	29%	0%	1 234	8 580	2 860
76	2	16 470	4 657	109%	31%	47%	2 329	11 813	5 907
77	3	17 787	12 563	100%	70%	2%	2 094	5 224	1 741

Présentation des principaux indicateurs technico-économiques pour les **40 exploitations ayant des moutons** et présentant un jeu de données complet.

N°	Ovins viande effectif total	Produit brut	Coûts de production (y compris coûts de fourrage)	Coût de l'alimentation sur le coût total	Coût de l'alimentation sur le produit brut	Part du coût de l'autoconsommation sur le coût total	Coût par tête productive	Valeur ajoutée brute	Valeur ajoutée brute par tête productive
4	10	1 140	0	#DIV/0!	0%	#DIV/0!	0	1 140	380
5	12	2 800	5 125	49%	192%	9%	732	-2 325	-332
6	21	2 450	5 272	0%	40%	0%	753	-2 822	-403
7	75	12 500	5 020	98%	39%	0%	201	7 480	299
9	39	4 800	5 331	28%	50%	0%	444	-531	-44
10	25	4 500	3 590	56%	44%	0%	359	910	91
13	5	1 050	2 672	118%	300%	20%	891	-1 622	-541
14	10	3 150	234	900%	67%	100%	33	2 916	417
15	12	1 140	1 538	0%	25%	0%	513	-398	-133
17	25	1 750	3 136	17%	123%	0%	448	-1 386	-198
18	10	1 800	2 715	108%	163%	8%	302	-915	-102
22	70	20 800	7 008	50%	17%	0%	135	13 792	265
27	5	3 500	252	100%	7%	0%	25	3 248	325
30	8	2 160	654	125%	42%	31%	82	1 506	188
32	120	16 800	10 607	102%	65%	5%	265	6 193	155

N°	Ovins viande effectif total	Produit brut	Coûts de production (y compris coûts de fourrage)	Coût de l'alimentation sur le coût total	Coût de l'alimentation sur le produit brut	Part du coût de l'autoconsomm ation sur le coût total	Coût par tête productive	Valeur ajoutée brute	Valeur ajoutée brute par tête productive
33	20	4 800	2 135	54%	45%	3%	178	2 665	222
36	30	4 000	3 462	23%	85%	0%	346	538	54
39	19	3 600	2 025	56%	69%	24%	169	1 575	131
41	16	2 000	2 089	70%	140%	28%	261	-89	-11
43	30	10 000	6 710	27%	66%	0%	268	3 290	132
45	40	9 000	690	100%	8%	100%	35	8 310	416
47	25	3 000	2 180	41%	66%	0%	218	820	82
49	30	12 000	4 080	53%	32%	0%	136	7 920	264
50	60	8 800	11 720	41%	118%	3%	533	-2 920	-133
52	40	9 450	3 762	29%	22%	0%	179	5 688	271
53	220	9 300	2 909	25%	8%	87%	94	6 391	206
55	15	3 000	1 898	128%	81%	26%	190	1 102	110
56	30	6 800	1 993	90%	26%	20%	117	4 808	283
57	30	6 400	1 330	90%	19%	0%	83	5 070	317
58	20	6 000	2 018	104%	35%	20%	168	3 982	332
62	47	13 300	1 416	76%	8%	0%	40	11 884	340
63	35	2 400	3 215	34%	129%	0%	536	-815	-136

N°	Ovins viande effectif total	Produit brut	Coûts de production (y compris coûts de fourrage)	Coût de l'alimentation sur le coût total	Coût de l'alimentation sur le produit brut	Part du coût de l'autoconsommation sur le coût total	Coût par tête productive	Valeur ajoutée brute	Valeur ajoutée brute par tête productive
65	9	760	1 304	0%	145%	0%	652	-544	-272
68	69	10 800	3 473	77%	32%	0%	145	7 327	305
69	9	1 140	0	#DIV/0!	0%	#DIV/0!	0	1 140	380
72	25	1 500	394	11%	25%	0%	79	1 106	221
74	37	2 000	528	100%	26%	0%	106	1 472	294
75	17	1 400	1 620	20%	116%	20%	231	-220	-31
76	5	1 140	1 194	201%	272%	78%	398	-54	-18
77	34	4 500	8 237	40%	184%	3%	824	-3 737	-374

ANNEXE 5 : CALCULS DE BESOIN EN EAU

ANNEXE 5 Tableau 1 : Données climatiques

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Station de Sousse													
Pluviométrie (mm)	41,60	51,50	33,30	39,90	37,70	34,50	29,70	28,40	26,10	7,10	1,20	7,40	338,40
Pluie Saisonnière (m)	126,40			112,10			84,20			15,70			338,40
Pourcentage	0,37			0,33			0,25			0,05			1,00
T moyenne max(°C)	29,20	25,60	21,00	17,00	15,90	16,80	18,50	20,70	23,50	27,10	30,70	31,40	23,12
T moyenne min (°C)	20,30	16,40	11,70	8,30	7,00	7,70	9,10	11,80	14,80	18,40	21,10	21,30	13,99
T moyenne (°C)	24,70	21,00	56,30	12,70	11,50	12,30	13,80	16,30	19,10	22,70	25,90	26,60	21,91

ANNEXE 5 Tableau 2 : Coefficients culturaux

Culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Fourrages												
Orge en vert		0,70	1,00	1,07	0,95	0,75	0,60					
Vesce avoine foin		0,40	0,55	0,60	0,80	1,05	0,80	0,40	0,00			
Bersim		0,70	0,90	1,00	1,00	0,90	0,80					
Sorgho fourrager	0,80	0,50							0,40	0,70	1,00	0,85
Céréales												
Orge		0,70	1,00	1,10	1,00	0,80	0,60	0,40				

ANNEXE 5 Tableau 3 : Calcul de l'ET0 des cultures de plein champs par la méthode de Blaney-Criddle (mm)

Désignation	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
Temp moy des maxima quotidien °C	29,20	25,60	21,00	17,00	15,90	16,80	18,50	20,70	23,50	27,10	30,70	31,40	23,12
Temp moy des minima quotidien °C	20,30	16,40	11,70	8,30	7,00	7,70	9,10	11,80	14,80	18,40	21,10	21,30	13,99
Température moyenne °C	24,75	21,00	16,35	12,65	11,45	12,25	13,80	16,25	19,15	22,75	25,90	26,35	18,55
Durée d'eclairement (p en %)	8,41	7,78	6,72	6,52	6,72	6,72	8,30	8,92	10,00	10,09	10,34	9,57	
Coef. climatique Kt	1,01	0,89	0,75	0,63	0,60	0,62	0,67	0,75	0,83	0,94	1,05	1,07	
ET0 en mm	165,30	122,75	78,53	57,23	53,43	57,11	80,52	103,93	140,62	175,91	216,15	206,17	1 457,65
Pluie utile en mm	29,12	36,05	23,31	27,93	26,39	24,15	20,79	19,88	18,27	4,97		5,18	236,04

ANNEXE 5 Tableau 4 : Besoins net en eau m3/ha

Culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
Arboriculture													
Orge en vert		498,72	552,19	333,08	243,68	186,79	275,23						2 089,68
Vesce avoine foin		130,48	198,81	64,09	163,53	358,10	436,27	216,93					1 568,22
Bersim		498,72	473,66	293,02	270,39	272,45	436,27						2 244,51
Sorgho fourrager	1 031,16								379,79	1 181,64	2 161,55	1 700,67	6 454,81
Orge		498,72	552,19	350,25	270,39	215,34	275,23	216,93					2 379,05

ANNEXE 6 : PRESENTATION DETAILLEE DES FICHES ACTIONS

ANNEXE 7 : COMMENTAIRES SUR LE RAPPORT ET REPONSES APORTEES

	Rubrique	Observations	Page	Réponses
AFD	Assainissement	la figure semble absente	Page 40/162	le tableau figure à la page suivante du rapport
		« Ce regroupement des EUT des branches nord et sud sur Sousse Hamdoun offre l'opportunité d'un traitement tertiaire centralisé (d'ailleurs prévu dans les études de projet relatives à cette STEP » : Sait-on à quelle échéance les équipements de filtration et traitement tertiaire seront installés au niveau de la STEP de Sousse Hamdoun?	Page 48/162	le traitement tertiaire de Sousse Hamdoun doit être mis en service mi 2021 les offres déposées sont en cours de dépouillement en juillet 2020
	Ferme pilote	S'agit-il de parcelles de démonstration aménagées sur des parcelles d'agriculteurs ?		il s'agirait de parcelles aménagées chez les agriculteurs, en taille réelle
		Quelle en serait la superficie ? Et combien d'agriculteurs seraient mobilisés ?		nous proposons une superficie totale de 5 ha environ, qui permet de tester de nouvelles cultures en conditions réelles et d'impliquer un groupe de 3 à 4 agriculteurs motivés
	Réseau hydraulique	Une vue d'ensemble (e.g. fond google sur format A4 ou A3) représentant l'ensemble des aménagements serait utile (STEP, localisation de la station de pompage et du réservoir, conduites principales, partiteur, sebhka, délimitation du périmètre, etc.)		nous ajoutons dans le rapport un plan de situation - Par ailleurs, rappelons que les deux rapports (1- état des lieux et 2- diagnostic et plan d'actions) sont à lire en miroir
		à quoi correspond le valeur $p = 0,126$? Pourriez-vous préciser les autres paramètres et valeurs associées retenues dans la simulation de Clément (e.g. la durée d'irrigation par jour,...)	Page 62/162	"P" est la probabilité d'ouverture des simultanée des bornes, les paramètres de simulation de clément seront détaillés en version définitive, la durée d'irrigation est la durée d'ouverture du réseau d'irrigation
		vous indiquez que les débitmètres ne sont pas fonctionnels ; quelle est donc la source des chiffres présentés au tableau 15 ? En quels points du réseau ces volumes sont-ils précisément mesurés ?	Page 64/162	les chiffres du tableau correspondent au suivi annuel par le CRDA ; compte-tenu des incertitudes liées aux mesures de débitmètre de la station de pompage, ils sont donc à prendre avec précaution
		L'amélioration (relative) de l'efficacité en 2018 s'explique-t-elle selon vous par les travaux de réhabilitation ? Ma compréhension est que les travaux ont porté essentiellement sur le périmètre et non les infrastructures de pompage/stockage	Page 64/162	les actions de réhabilitation ont permis d'améliorer relativement le service d'irrigation et ont encouragé les agriculteurs à intensifier
		« Dès lors, pour réduire la durée des 20h par jour en mois de pointe, deux possibilités se dessinent » : cette formulation « réduire la durée des 20 h par jour » est à clarifier	Page 100/162	la durée d'irrigation par jour correspond à la période d'ouverture du réseau pour la distribution d'eau aux irrigants ; réduire la durée des 20h correspond à réduire la durée d'ouverture du réseau correspond à l'irrigation
		des améliorations sont-elles prévues au niveau du réseau d'irrigation équipant le périmètre (conduites, bornes, etc.) ; par exemple, il conviendra certainement de rééquiper les bornes en limiteurs de débit	Page 122/162	la variante choisie lors des échanges avec les partenaires pour le réseau de distribution est la réhabilitation/modernisation du réseau qui intègre les conduites et les équipements de desserte de protection et de contrôle
		la STEP de Sousse Sud dispose-t-elle de l'espace (terrain) suffisant pour aménager le pourquoi les dispositifs de filtration et de traitement UV ne sont-ils pas installés au	Page 120/162 Page 120/162	l'ONAS confirme qu'il n'y a pas de réserve foncière disponible pour implanter un bassin de stockage ni un traitement tertiaire dans l'enceinte de la STEP de Sousse
		(Périmètre de Ath Thrayat) : « nous prévoyons que le périmètre irrigué sera mis en service à l'année 6 . » S'agit-il d'une hypothèse vraisemblable ?	Page 123/162	la création du PPI Thrayet est en phase étude, les fonds de réalisation des travaux ne sont pas encore mobilisés ; aussi la mise en service en année 6 est une hypothèse basée sur l'estimation de la durée de mobilisation des fonds, de lancement et réalisation des travaux et puis la mise en eau

AFD	Réseau hydraulique	il est indiqué que le prix de l'eau est de 35 millimes par m3, alors que le prix mentionné à la page 18/162 est de 50 millimes par m3 ((cf. « Prix de l'eau est passé de 20 millimes à 50 millimes/m ³ décidé par le GDA en 2018 suite au manque d'eau pour pouvoir continuer à couvrir les frais de fonctionnement du GDA »)	Page 108/162	après vérification, il ressort que le prix de l'eau actuellement appliqué est de 50 millimes
		« Nous ne connaissons pas actuellement le prix retenu, mais prenons dans notre étude comparative l'hypothèse d'un tarif de 50 millimes par m ³ . » Même remarque que ci-dessus : selon les informations portées à la page 18, le prix appliqué est déjà de 50 millimes/m3.	Page 124/162	
		la faisabilité et la mise en œuvre de la variante 2 dépend de la réalisation de la filtration et du traitement tertiaire au niveau de la STEP de Sousse Hamdoun. Sait-on quand ces dispositifs de traitement seront aménagés ? (Cf. remarque formulée précédemment à la rubrique « assainissement »)	Page 124/162	Cf. précédemment, le traitement tertiaire de Sousse Hamdoun doit selon les informations de l'ONAS régional être mis en service mi 2021
		Pourquoi est-il nécessaire de construire un nouveau réservoir ? L'ancien réservoir ne peut-il être réutilisé ? Auquel cas, pour quelle(s) raisons (éloignement géographique, autre raison ?)	Page 125/162	la construction d'un nouveau réservoir est rendue nécessaire par la fluctuation de la production journalière des EUT ; il s'agit d'un réservoir de régulation
		(tableau 32): dans le cas de la variante 1, le GDA (ou le CRDA) est-il autorisé à traiter	Page 128 /162	aucun texte réglementaire n'interdit au GDA de traiter l'eau (ex : cas de Ouardanine)
		(tableau 32) : la formulation « l'eau usée traitée est gratuite » ne semble pas exacte, car l'eau traitée est achetée à l'ONAS	Page 128/162	pour la variante 1, l'ONAS ne procède pas au traitement tertiaire de l'eau, puisque c'est le CRDA qui prend en charge une filtration après la station de pompage ; on peut considérer que l'eau reste 'gratuite' en entrée de la partie 'agricole' du système REUT
		le tableau 35 semble présenter des erreurs (cf. les deux dernières lignes du tableau).	Page 132/162	exact ; le tableau sera corrigé dans la version définitive pour ce qui est des frais électriques liés au fonctionnement des lampes UV
		vous indiquez que la variante 2 est plus économique que la variante 1 ; étant donné que les calculs présentés sont fournis sur la base de coûts d'ordre de et nombreuses hypothèses de travail, cette différence de 60 millimes (460 versus 520 millimes) vous paraît-elle significative ou bien peut-on estimer que les deux variantes conduisent à un prix de l'eau sensiblement similaire ? Par ailleurs, il serait utile de préciser les prix d'équilibre par variante et par étape (V1.1 ; V1.2 ; V2.1 et V2.2)	Page 133/162	l'objectif à ce stade est de présenter et comparer deux variantes, pas de faire une étude de tarification ; par ailleurs, une étude est en cours par le Ministère de l'agriculture sur la tarification des eaux conventionnelles et non conventionnelles, et il convient de la prendre en compte pour la suite de la démarche
		il serait utile de compléter le point précédent en présentant les valeurs de TRI obtenu pour des prix de vente d'eau usée traitée de 420 et 520 millimes.	Page 133/162	OK; le rapport sera complété en ce sens (à 420 millimes TRI = -1,2%, à 520 millimes TRI = 2,4%)
		Quelles sont les actions recommandées en matière de drainage (cf. problématique de salinisation/hydromorphie/remontée de nappe) ?		calcul des doses d'irrigation au besoin des cultures et aux doses de lessivage requises ; échanges avec l'Institut de l'olivier pour bien connaître la profondeur d'enracinement, la résistance de l'arbre aux battements de nappe, les périodes sensibles ; implantation de piézomètres de suivi et mesure régulière des niveaux ainsi que de la salinité de l'eau ; ajustement éventuel des doses d'irrigation ;

AFD	Agronomie / besoins en eau	Il serait utile d'évaluer les besoins en eau du périmètre ; une vérification a-t-elle été faite (quel besoin de pointe ? quand survient-il ? quelle consommation en eau par ha ?)		les besoins en eau sont déjà calculés et seront intégrés dans la version définitive du rapport de diagnostic
		« les assolements irrigués (fourrage intercalé dans des oliveraies) sont consommateurs en eau, et en termes financiers valorisent modestement chaque volume d'eau » En-dehors du bersim, quels sont les fourrages consommateurs en eau ? Par ailleurs, il me semble que le rapport laisse entendre que le bersim ne représente pas une part importante de l'assolement fourrager (cf. page 76 /162 et figure 43).	Page 6/162	au-delà du bersim les fourrages consommateurs d'eau sont également le sorho fourrager qui est pratiqué comme sole estivale ; de même, les autres céréales fourragères produisent plus si elles sont plus irriguées et donc les doses apportées sont importantes
		il est indiqué que la superficie du périmètre s'étend sur 203 ha, alors que le rapport de pré-diagnostic indique que la superficie a été portée à 257 ha ; la totalité de cette superficie est-elle équipée (et donc irrigable)?	Page 69/162	la superficie du périmètre est de 257 après réhabilitation
	Plans d'actions	Quelle est la superficie maximale irrigable à partir du volume journalier d'EUT (réduit de 22.000 à 10.000 m3/jour) ? Ce volume est-il suffisant pour intégrer la totalité du périmètre (203 ou 257 ha selon les chiffres présentés) ?		la superficie maximale irrigable dépend des spéculations pratiquées et des besoins en eau respectifs : Pour un volume journalier de 10000m3/j et une durée d'irrigation de 16h la superficie maximale irrigable en mois de pointe (juillet) est de 70 ha de sorho ; il convient donc d'ajuster les productions agricoles aux volumes disponibles
		Il conviendrait d'éviter l'effet « catalogue d'actions » qui ne permet pas d'identifier les actions-clés à mettre en œuvre dans le temps ; il conviendrait de hiérarchiser et structurer les actions à mettre en œuvre ; une clé d'entrée classique consiste à distinguer les mesures d'ingénierie d'une part et les mesures d'accompagnement d'autre part ; d'autres critères ou sous-critères peuvent entrer en ligne de compte (e.g. importance et l'urgence des actions, les acteurs responsables, etc.)		ces remarques seront prises en compte dans le rapport définitif
		Un budget récapitulatif des actions, structuré de façon pertinente, est également nécessaire		

ONAS	Rapport	-Il est à signaler et à rappeler que la pointe pour l'onas ne correspond pas celle des agriculteurs. -la step Sousse Sud est en phase de réhabilitation raison pour laquelle le volume des EUT (entre 7000m3/j et 10000 m3/j). Après la réhabilitation, le volume des EUT atteindra 24000 m3/j. Ce volume ne peut pas être pompé par le biais de la station de pompage existante. Elle nécessite une réhabilitation totale qui doit s'adapter au nouveau débit. Aussi la fréquence de pompage des EUT est une mission du CRDA qui doit étudier le temps et le débit de pompage conformément aux conditions adéquates (le débit la qualité des EUT de la step de Sousse Sud est conforme au NT106.02, depuis le mois de juin 2018. Donc toute signalisation de mauvaise qualité des EUT par le CRDA ou les agriculteurs réside très probablement du manque d'entretien et de curage de la station de pompage et celui du bassin de stockage	Page 12	OK, ces compléments d'information seront intégrés dans le rapport définitif
		le propositions du BE doivent se baser sur les résultats d'analyses faites depuis juin 2018 et juin 2019 pour mieux interpréter les EUT de la step Sousse Sud car l'année 2018 ne peut pas être une année référence qui peut refléter sa situation actuelle.	Page 13	
		Les rejets de la step Sousse Nord II sont acheminés vers le Golf Kantaoui et le surplus vers l'émissaire en mer.	page 42-43	
		Les EUT de la step Hamdoun seront traitées d'un niveau tertiaire (filtre à sable UV), dont l'évaluation des offres sont en cours.	page 49	
		Les boues excédentaires de sousse Nord 1 et 2 seront acheminées dans les conduites des Eaux usées et transférées vers la step Sousse Hamdoun où elles seront traitées.. (Tab 13).	P 51	
		Les boues digérées seront déshydratées, naturellement, sur des lits de séchage ou mécaniquement, par centrifugation. -les boues de la step Sousse Nord, son des boues secondaires seulement (pas de digestion prévue).	P 53	
			P 54	

ONAS	Rapport	Rectifier le cheminement des EUT vers « REJETS VERS SABKHA OUBTURE » mentionné dans la figure 26 par « acheminement vers « OUED HALLOUF OBTURE » -Il est à rappeler que le volume journalier de 10000 m3/j des EUT atteindra 24000 m3/j après la phase de réhabilitation de la step.	P 55	OK, ces compléments d'information seront intégrés dans le rapport définitif
		L'ouvrage de dérivation des EUT ne renferme aucun trop plein actuellement car l'excédent des EUT avant juin 2018 rejoignait oued Hallouf, déjà obturé depuis cette date. Il est à signaler qu'une bâche à la sortie des décanteurs secondaires à l'intérieur de la step Sousse Sud renferme une conduite pour faire véhiculer gravitèremment les EUT vers la station de pompage d'irrigation alors que l'excès est véhiculé vers la step de Hamdoun via le réseau des EUT pour joindre le rejet de la step Hamdoun vers oued Hamdoun.	P 56	
	Fiches actions	Fiche 1.1 : la coordination et la coopération entre les différents intervenants existe, seulement il faut proposer une charte qui les renforce et les confirme.		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 3.1 : l'installation d'un bassin de régulation à l'intérieur de la step Sousse Sud doit obéir à plusieurs conditions commençant de l'espace disponible, des interventions futures à la step sousse sud. Donc il ya lieu de revoir l'installation du bassin hors step.		ce complément d'information répond à la remarque AFD précédente
		Fiche 10.2 : l'utilisation des EUT de Sousse sud pour la zone industrielle est une bonne solution pour une vision future de la valorisation des EUT, seulement, la coordination doit être faite entre le BE du « plan directeur de la réutilisation des EUT » et celui de la stratégie « eau 2050 ».		ces remarques seront prises en compte dans le rapport définitif
		Aussi une étude approfondie doit être faite sur la zone industrielle : les secteurs d'activité, la possibilité de réutilisation des EUT.		
		Aussi « faire intervenir le PPP » dans ce projet, nécessite aussi une bonne réflexion pour assurer la bonne continuité de cette expérience en lui préparant les conditions législatives, institutionnelles et financières pour sa réussite.		

CRDA Sousse	rapport	fiche technique 3.1 (à corriger par fiche technique 2.1) fiche technique 2.1 (à corriger par fiche technique 1.6)	P2	ces remarques seront prises en compte dans le rapport définitif
		Assurer la confiance dans le système Diffuser les informations du périmètre Consolidation et transmission des données (fiche technique 5.4) ☐ pour la fiabilité des données , il faut prévoir le renforcement des capacités humaines ainsi que l'équipement du Laboratoire des analyses du Sol par du matériel adéquat (volet microbiologique, analyse chimique des eaux....).	p 5	idem commentaire précédent
		Accompagnement des SMSA pour une meilleure fourniture des services aux éleveurs (fiche technique 7.2) ☐ cette fiche a juste posé le problème. Même dans la description des moyens, le volet connexion SMSA et centrales Laitières n'est pas signalé.	10	à ce stade de l'étude, il est difficile d'aller plus loin dans le détail des fiches actions, qui ont vocation à être approfondies pour préparer leur mise en œuvre
		Essais en ferme pilote sur la valeur agronomique des boues d'épuration et composts (fiche technique 8.3) Contrôler l'innocuité sanitaire et environnementale (concentration et devenir des éléments polluants) - Mise en place d'incitations pour favoriser la production fourragère dans les périmètres irrigués (« Amener les parties prenantes et notamment les industriels laitiers à financer des incitations sous forme de subventions à la production de fourrages ») ☐ Ce n'est pas possible du fait de la situation financière de ces industriels (notamment la centrale « Tunisie Lait » de Sidi Bouali). Faudra-t-il les impliquer dans l'octroi de crédits au lieu de financer des subventions	11	ces remarques seront prises de compte dans le rapport définitif
		Suivi de l'impact de la REUT sur les eaux superficielles et souterraines (fiche technique 10.1) ☐ Nécessite du renforcement du Laboratoire d'analyse des sols	13	cette remarque sera prise de compte dans le rapport définitif
		Le suivi de l'impact des EUT sur le sol Au lieu de faire recourt aux centres de recherche locaux (I.O.,) pour mettre en place plus systématiquement un suivi pédologique, prévoir le renforcement des capacités humaines et matérielles du Laboratoire d'analyse des Sols.	51	idem commentaire précédent
		Etat actuel - Modification du : - - volume utile de la bache = 57 m3 - - Q d'une pompe = 180m3/h	24	cette donnée sera intégrée dans le rapport définitif
		Variante 1 étape 1 - - vérifier les caractéristiques des pompes (débit, HMT et Puissance). - - déterminer les pièces de raccordement nécessaire suite à la suppression de la bache et du clapet. - - installation d'une station de filtration gravitaire au niveau de sortie de bassin avec un débitmètre	25	cette nouvelle variante ne peut pas être étudiée à ce stade du rapport, mais éventuellement envisagée dans les étapes suivantes

CRDA Sousse	rapport	Création d'un nouveau bassin de stockage de capacité 2000 m3 pour irrigué 150 ha supplémentaire du PI Zaouïa (selon étude effectué par SCET en 1999). - - L'emplacement de la bache d'aspiration sera le même que la bache de PI HAMDOUNE avec la possibilité d'ajouter les pompes de cette variante. - la différence des cotes entre station HAMDOUNE, station de filtration et le bassin à crée est faible.	29	idem commentaire précédent
		Variante 2-2 étape 1 - suppression de la station de filtration sous pression et la remplacer par une station gravitaire situé après le bassin de stockage	27	nous maintenons le choix technique de la station de filtration sous pression, qui nous semble plus adaptée
		le débit d'irrigation à la borne est de 6l/s après l'action de réhabilitation	31	cette donnée figure déjà dans le rapport
		- - Renforcement du réseau : nécessite un montant d'investissement élevé. - - Augmenter le débit en tête : Nouveau projet encours : renforcement du PI par un débit de refoulement 50l/s - -l'Autonomie d'irrigation à partir du réservoir sera de 3h après le renforcement de 50l/s	32	ces données seront intégrées dans la version définitives du rapport
	fiches action	La fiche N°1.4 : au sujet de la création d'une société régionale d'exploitation pour les PI en eau non conventionnelle : par cette création d'entreprise en multiplie les différents intervenants dans le domaine de gestion et ils les mêmes acteurs institutionnels impliqués.		cette remarque sera intégrée dans le rapport définitif
		La fiche 1-6 : pour la lutte contre le morcellement foncier : c'est l'un des grands problèmes rencontrés ; ou la pratique d'une telle solution est très difficile.		certes ce n'est pas simple, mais il faut le mentionner
		Les fiche N° 2-1 ; 3-1 et 3-2 : sa sera suivant la variante choisie tout en tenant compte des infrastructures qui seront proposés (un bassin de régulation ou un réservoir de stockage et la station de reprise) ; le PI de Zaouia sera alimenté par les EUT avec in traitement tertiaire du STEP Sousse Hamdoune.		OK avec votre analyse
		La fiche N°3-3 : pour la réhabilitation du réseau d'irrigation ; malgré que le réseau a été réhabilité en 2016 ; mais le réseau et ses ouvrages principaux annexes ne sont pas touchés ; d'où une nécessité d'un action de modernisation.		idem commentaire précédent

CRDA Sousse	rapport	Création d'un nouveau bassin de stockage de capacité 2000 m3 pour irrigué 150 ha supplémentaire du PI Zaouïa (selon étude effectué par SCET en 1999). - - L'emplacement de la bache d'aspiration sera le même que la bache de PI HAMDOUNE avec la possibilité d'ajouter les pompes de cette variante. - la différence des cotes entre station HAMDOUNE, station de filtration et le bassin à crée est faible.	29	idem commentaire précédent
		Variante 2-2 étape 1 - suppression de la station de filtration sous pression et la remplacer par une station gravitaire situé après le bassin de stockage	27	nous maintenons le choix technique de la station de filtration sous pression, qui nous semble plus adaptée
		le débit d'irrigation à la borne est de 6l/s après l'action de réhabilitation	31	cette donnée figure déjà dans le rapport
		- - Renforcement du réseau : nécessite un montant d'investissement élevé. - - Augmenter le débit en tête : Nouveau projet encours : renforcement du PI par un débit de refoulement 50l/s - -l'Autonomie d'irrigation à partir du réservoir sera de 3h après le renforcement de 50l/s	32	ces données seront intégrées dans la version définitives du rapport
	fiches action	La fiche N°1.4 : au sujet de la création d'une société régionale d'exploitation pour les PI en eau non conventionnelle : par cette création d'entreprise en multiplie les différents intervenants dans le domaine de gestion et ils les mêmes acteurs institutionnels impliqués.		cette remarque sera intégrée dans le rapport définitif
		La fiche 1-6 : pour la lutte contre le morcellement foncier : c'est l'un des grands problèmes rencontrés ; ou la pratique d'une telle solution est très difficile.		certes ce n'est pas simple, mais il faut le mentionner
		Les fiche N° 2-1 ; 3-1 et 3-2 : sa sera suivant la variante choisie tout en tenant compte des infrastructures qui seront proposés (un bassin de régulation ou un réservoir de stockage et la station de reprise) ; le PI de Zaouia sera alimenté par les EUT avec in traitement tertiaire du STEP Sousse Hamdoune.		OK avec votre analyse
		La fiche N°3-3 : pour la réhabilitation du réseau d'irrigation ; malgré que le réseau a été réhabilité en 2016 ; mais le réseau et ses ouvrages principaux annexes ne sont pas touchés ; d'où une nécessité d'un action de modernisation.		idem commentaire précédent

CRDA Sousse	fiches action	La fiche N°4-2 : Achat groupé de matériel d'irrigation pour les agriculteurs du périmètre : il existe la possibilité d'un achat groupé ; afin de remplacer les séguia en terre par des conduites en PEHD et de minimiser les pertes en court de route ; et ce à travers l'APIA tout en bénéficiant le GDA d'une indemnité en EEE de 60%.		cette donnée sera prise en compte dans le rapport définitif
		La fiche N°6-3 : pour la poursuite des travaux de recherche sur la valeur agronomique des EUT (en s'appuyant sur des exploitations pilotes ?): vue le morcellement des parcelles dans le PPI de Zaouia cette action est difficile de l'atteindre.		certes ce n'est pas simple, mais il faut le mentionner
		La fiche N°6-1 : au sujet de la ferme pilote : une ferme pilote qui peu rayonné sur l'ensemble des 2 périmètres et aussi sur le futur périmètre de ksiba-thrayette qui sont très proche sur un rayon de 3.5Km.		en effet la ferme pilote peut servir à Ksiba Thrayât, en revanche la problématique est différente à Mahdia Dkhila
		La fiche N°10-2 : pour une proposition de réutilisation des EUT de Sousse sud pour la zone industrielle ; ce n'est possible puisque la zone est desservie, en plus il n'existe des unités industrielles consommatrices en eaux avec des grandes quantités.		nous maintenons l'intérêt d'étudier un multiusage agricole / industriel pour les EUT de Sousse Sud, voire de Sousse Hamdoun ; cette approche a démontré son efficacité via de nombreuses références internationales ; et l'ONAS y est favorable
		La fiche N°9-1 : pour l'étude d'un nouveau système de tarification : il est important de réviser les tarifs qu'ils doivent couvrir les frais de gestion qu'au niveau CRDA(surtout frais de pompage) et au niveau GDA (frais de gestion d'exploitation du périmètre).		à ce stade de l'étude, il nous semble difficile de se positionner de façon aussi affirmative
		La fiche N°10-3 : pour implantation de panneaux PV pour pallier les heures de pointes STEG et produire de l'électricité : c'est une variante qui nécessite un terrain de grande superficie et de lourde investissement ; le problème peu être résolu par la mise en place d'un réservoir de stockage et de régulation d'une capacité de 5000m3(c'est la variante qui a été proposée avec seulement la rectification de la capacité au lieu de 1000à2000m3). Suivant le schéma suivant :		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif

ANCSEP	rapport	Pour le système d'alerte proposé, il faut ajouter la référence bibliographique qui prouve que la turbidité est un bon indicateur de la qualité microbiologique des EUT utilisés		cette référence sera intégrée dans le rapport définitif
		La figure 10 : non représentatif, il vaut mieux faire un graphique pour chaque renseignement		nous reprendrons le graphique en portant les renseignements de meme portée sur un graphique à part.
		il s'agit pas de pratiques sanitaires (terme inapproprié) mais plutôt les mesures d'hygiène	P45	cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Pour l'image est la perception de la REUT, il faut vérifier la somme des pourcentages des enjeux pour le développement de l'exploitation du PI, qui doit être égale à 100%.		pour chaque question il y a deux reponses et la somme c'est toujours 100% p: 26

DGGREE	rapport	éviter de mettre le nom du personnel des partenaires et le remplacer par le représentant du CRDA du	27	cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		paragraphe : ajouter un diagnostic sur le réseau de drainage (nature des drains, fonctionnel ou non satisfaisant ou non, problématique..).	29	le réseau d'assainissement est fonctionnel et a permis de récupérer 60ha de terres devenus hydromorphes du fait du battement de la nappe
		un diagnostic de la réutilisation des boues par épandage est nécessaire pour ressortir les problématiques et proposer les améliorations possibles surtout à court terme.	31	cette tâche particulière est importante mais ne fait pas partie de la mission ; le rapport spécifique TH8 traite largement de la question des boues
		Pages 37 -39: à vérifier le total des pourcentages des agriculteurs enquêtés dans les figures 10 et 12.	37-39	nous reprendrons le graphique en portant les renseignements de meme portée sur un graphique à part.
		à vérifier l'aspect foncier du PI de Zaouiet Sousse car le paragraphe des	52	cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		il est à noter de mettre la date du raccordement de la STEP de Sousse Sud à la STEP de Sousse Hamdoune. A vérifier le débit actuel traité par Sousse Sud (10000 ou 20000 ou 24000 ou 22000).	54	le raccordement de Sousse Sud à Sousse Hamdoun est opérationnel depuis la mise en service de la nouvelle STEP, c'est-à-dire mi 2018 ; depuis lors, le débit traité par Sousse Sud est de 10 000 m3/j, ce qui explique la bonne qualité des EUT en sortie
		tableau N° 9 à indiquer dans quel domaine il y a eu REUT de la STEP de Sousse	60	à ce jour il n'y a pas REUT de la STEP de Sousse Hamdoune
		Pages 62 et 65: à vérifier les quantités des EUT des STEP dans le schéma de la figure 24 (42000 ou 43000 ou 44000 ou 49000 m3/j). De même pour la STEP Sousse Sud (10000 ou 22000m3/j)	62-65	les chiffres seront vérifiés
		figure 28 : à corriger le nom de la figure (altimétrie et non atimétrie) .	73	cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		à vérifier la superficie aménagée (203 ha ou 205 ha)	83	205 ha initialement, + 52 ha avec l'extension
		la STEP à une capacité de 18700 m3/j ou ?	99	capacité nominale 18 700 m3/j
		il y a lieu de prévoir l'accumulation des métaux lourds dans le sol et les mesures d'atténuation nécessaires y afférentes.	104	un suivi des ETM du sol est nécessaire ; mis à part un traitement spécifique pour les effluents contaminés par cette pollution, il n'y a pas de mesures d'atténuation envisageable
		paragraphe 4 : il est à noter que l'utilisation des boues existe déjà qui contre dit le tableau 28: à expliquer l'existence de deux bassins et la conduite de 1km.	119	cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		à mettre la source du prix de l'énergie (35 mm).	136	il y a une coquille dans ce tableau, qui sera corrigée dans le rapport définitif
		il y a lieu de ressortir des plans d'actions à CT, MT et à long terme en tenant compte du diagnostic effectué , à prévoir des actions de suivi et du contrôle de la qualité des EU brute et des produits agricoles d'origines végétale et animale.	144	les calculs du prix de l'énergie au m3 pompé figurent dans le chapitre 6.2.2.5.
				cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif, avec un phasage du plan d'actions

DGGREE	rapport	Remarques relatives au diagnostic du réseau Hydraulique : il y a lieu de :		
		- Ajouter un tracé en plan (à l'échelle) de la totalité du réseau d'irrigation (ligne de production + réseau de distribution) en mettant toutes les indications nécessaires.		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		➤ Ligne de production		
		- Développer de plus « la figure 26 : schéma de la ligne de production » en ajoutant quelques indications tel que les côtes des ouvrages, les longueurs des tronçons...		
		- Améliorer la description de la composition de la ligne de production en ajoutant les caractéristiques des conduites (nature, longueurs), de la station de pompage (dimensions, matériaux de construction), de la bêche et du réservoir de stockage (matériaux de construction, volume et dimensions).		
		- Ajouter le type des 2 ballons anti béliet.		
		- Ajouter des photos illustratives des différentes composantes de la ligne de		
		- Il faudrait mieux de déterminer de plus le diagnostic de la station de pompage selon les données suivantes :		
		Equipements électriques :		
		- Caractéristiques et état du poste du transformateur		
		- Caractéristiques et état du poste de comptage		
		- Caractéristiques et état de l'armoire de commande		
		Equipements électromécaniques et Hydromécaniques:		
		- Caractéristiques et état du Groupe électropompe (débit, HMT, puissance...).		
		- Caractéristiques et état des équipements de la ligne de refoulement		
		Génie civil:		
		- Dimensions et état du GC (enduit, béton armé, menuiserie métallique...).		
		- Ajouter une partie pour le diagnostic du réservoir de régulation et de stockage.		
		- Expliquer sur qu'elle base il a été proposé de réduire le débit de pompage à 400 m ³ /h ? le débit de pompage doit prendre en compte le débit fictif continu en mois de pointe : A vérifier.		
		- La côte de la station est 9 m et celle du niveau PHE dans le réservoir de stockage est 33 m (selon la figure 52) donc on a comme hauteur géométrique 24 m. Malgré ça la HMT mesuré au niveau de la SP est de 19m : A vérifier.		
		tous ces points sont indispensables à étudier, mais à ce stade de la démarche il n'était pas prévu d'entrer à ce point dans le détail de l'étude hydraulique du périmètre		

DGGREE	rapport	➤ Diagnostic du réseau de distribution		
		- Remplacer 13 par 12 bornes d'irrigation qui sont desservies en respectant la		cette donnée sera prise en compte dans le rapport définitif
		- Faire un diagnostic général du GC et les équipements des ouvrages de protection et de distribution.		ce point devra être étudié dans une phase ultérieure du projet
		Variante 1 :		
		- Dans cette variante, il est proposé de créer une réserve d'eau traitée au niveau de la STEP et de supprimer la fosse basse, à préciser le volume et la base de choix de ce volume.		cette réserve d'eau vise à mieux réguler le fonctionnement de la station de pompage, en stockant la pointe de production des EUT
		- la proposition d'un traitement par ultra-violet mais il n'a pas été précisé l'endroit		la localisation du traitement UV pour la variante 1 sera précisée dans le rapport
	Fiches actions	Variante 2 :		
		- Pour le périmètre 2 à créer : il est prévu la création d'un réservoir de stockage semi enterré, à proximité de la STEP Hamdoun, qui reçoit gravitairement l'eau traitée, à partir du quel l'eau sera refoulée vers un autre réservoir sur piliers de régulation qui sera installé en tête du périmètre 2: prendre en compte dans cette variante, que ce réservoir à créer doit avoir un volume de stockage suffisant pour les deux périmètres, et doit recevoir les eaux traitée à partir de la STEP Hamdoun pendant les 4 heures d'effacement de pointe. (Sachant que le volume traitée par la STEP est 30000 m3/j et les besoins du périmètre 2 est de l'ordre de 15000m3/j).		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 1-2 : dans le règlement des GDA, le contrat type de distribution des eaux existe déjà, ça nécessite peut être une amélioration.		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif

Institut de l'olivier	Fiches actions	Fiche 1-1: Il faut citer la convention tripartite signée entre le CRDA, l'Institut de l'Olivier (IO) et l'Office National de l'Huile (ONH). Cette convention a pour objectif l'étude d'impact de l'irrigation par les eaux non conventionnelles (eaux usées traitées) sur le sol (qualité microbiologique et physico-chimique) et l'olivier (paramètres physiologiques, composantes de rendement et qualité du produit fini).		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 4.1. Test de pratiques d'irrigation à la parcelle par la mise en place d'une ferme pilote. L'institut de l'olivier, organisme expérimenté en la matière de la valorisation des eaux usées traitées dans le domaine agricole, via son staff technique pluridisciplinaire (chercheurs et techniciens spécialisés dans le domaine de la : Microbiologie du sol, irrigation, fertilisation, production végétale, biologie végétale, phytopathologie, biochimie, qualité des eaux, compostage...), peut contribuer activement à la mise en place d'une parcelle pilote pour établir des références locales sur de nouvelles pratiques et cultures, et vulgariser vers l'ensemble des agriculteurs du PI. Test de micro aspersion, goutte-à-goutte, ou techniques de gravitaire amélioré. COÛT DE L'ACTION : 20 000 DT/an.		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 5.7.Suivi de la qualité sanitaire des cultures. Action peut être accomplie par l'institut de l'olivier (pathogènes et ETM : sol/plante/ l'huile d'olive). COÛT DE L'ACTION : 2 000 DT/an (Budget alloué faible : frais du consommables) COÛT DE L'ACTION PROPOSE : 10 000 DT/an		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 5.8.Poursuite des travaux de recherche et vulgarisation des résultats sur la contamination des produits alimentaires et le risque sanitaire correspondant. ORGANISME RESPONSABLE DE L'ACTION PROPOSE : Institut de l'olivier et GP COÛT DE L'ACTION :Travaux de recherche(20 000 DT/an ?) COÛT DE L'ACTION PROPOSE : 30 000 DT/an		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 6.1.et 6.2.Essais en ferme pilote pour le développement de nouvelles cultures intercalaires sur le PI de Zaouïet + Formation des irrigants en ferme pilote aux bonnes pratiques agronomiques (ferti, phytos,...) COÛT DE L'ACTION : Travaux de recherche (20 000 DT/an ?) COÛT DE L'ACTION PROPOSE : 30 000 DT/an		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif

Institut de l'olivier	Fiches actions	Fiche 6.3. Valeurs agronomiques des EUT (Activité de recherche) ORGANISME RESPONSABLE DE L'ACTION PROPOSE : Institut de l'olivier (IO) COÛT DE L'ACTION : Travaux de recherche (20 000 DT/an ?) COÛT DE L'ACTION PROPOSE : 30 000 DT/an (analyse Eau/ Sol/Plante/Huile d'olive)		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 6.4. Journées d'information, champ école paysan (CEP) et campagnes de sensibilisation seront programmées. ORGANISME RESPONSABLE DE L'ACTION PROPOSE : Institut de l'olivier (IO). COÛT DE L'ACTION : Travaux de recherche (20 000 DT/an ?) COÛT DE L'ACTION PROPOSE : 30 000 DT/an		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 8.1 ; 8.2 et 8.3. L'institut de l'olivier, organisme expérimenté en la matière de la valorisation des sous-produits de la ferme (déchets végétaux et animaux, margines, Grignon d'olive, Boues résiduaires) à travers le processus de compostage. ORGANISME RESPONSABLE DE L'ACTION PROPOSE : CRDAetInstitut de l'olivier (IO) COÛT DE L'ACTION : Travaux de recherche (20 000 DT/an ?) COÛT DE L'ACTION PROPOSE : 30 000 DT/an (analyses microbiologiques et physico-chimiques).		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif
		Fiche 10.1. Convention bipartite signée entre le CRDA et le Centre de Recherches et des Technologies des eaux (CERTe) Borjcedria. Organisme expérimenté en la matière (Suivi de l'impact de la REUT sur les eaux superficielles et souterraines) et possédant les moyens (laboratoires) et le staff technique (chercheurs et techniciens) capable de mettre en œuvre un système de suivi de la qualité des eaux superficielles et souterraines(analyses microbiologiques et physico-chimiques). ORGANISME RESPONSABLE DE L'ACTION PROPOSE : Centre des Recherches et des Technologies des eaux Borj Cédrie, Laboratoire de Géo-ressources COÛT DE L'ACTION PROPOSE : 20 000 DT/an (analyses microbiologiques et physico-chimiques).		cette remarque sera prise en compte dans le rapport définitif