

Réutilisation des eaux usées épurées de la STEP d'Ain Defla à des fins agricoles

Mehaiguene Madjid¹, Touhari Fadhila¹, Rahmouni Abdelwahab²

¹ Université de Khemis Miliana, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et sciences de la Terre, Laboratoire production agricole et valorisation durable des ressources naturelles, 44225 Khemis Miliana, Algérie. mehaiguenemadjid@yahoo.fr

² Direction des services agricoles d'Ain Defla, rahmouni.abdelwahab@yahoo.fr

Abstract

In the face of ever-increasing water scarcity and the scarcity of rainfall, the use of treated water for agricultural purposes is proving to be one of the non conventional solutions that may even solve the problem of lack of water irrigation in the region and alleviate the recorded water deficit.

In this work, we have calculated the potentially irrigable areas from the quantities of treated wastewater and the water requirements of the different types of crops grown in the Arib perimeter. A comparison between the irrigable areas and those actually cultivated in the perimeter allowed us to note that an unconventional water resource of the Ain Defla station evaluated at 2747 m³/day (82410 m³/month) allows to irrigate the majority of the area occupied by vegetable crops grown (tomato, onion, ...) namely 213 ha. While it will satisfy only 12% of the actual area occupied by the potato.

In the case of fruit trees, the water resource will satisfy only 50% of the citrus fruits or 42% of the actual area of apple / pear or all the actual area of the peach tree, as well as other fruit trees Apricot or 127 ha where the available volume in purified water exceeds their needs.

Keyword: Purified waste water, irrigable area, non conventional water resources, Arib perimeter, Ain Defla.

Résumé

Face aux manque d'eau sans cesse croissant et la rareté des précipitations, l'utilisation des eaux épurées a des fins agricoles s'avère comme étant l'une des solutions non conventionnelles susceptibles de résoudre ne serait-ce que partiellement le problème de manque d'eau d'irrigation dans la région et d'alléger le déficit hydrique enregistré.

Nous avons procéder dans ce travail au calcul des superficies potentiellement irrigables à partir des quantités des eaux usées épurées et des besoins en eaux des différents types de cultures pratiquées dans le périmètre de Arib. Une comparaison entre les superficies irrigables et celles réellement cultivées dans le périmètre de Arib nous a permet de constater qu'une ressource en eau non conventionnelle de la STEP de Ain Defla évaluée à 2747 m³/j soit 82410 m³/mois permet d'irriguer la majorité de la surface occupée par les cultures maraîchères pratiquées (tomate, oignon,...) à savoir 213 ha. Alors qu'il ne satisfera que 12 % de la surface réelle occupée par la pomme de terre.

En cas des arbres fruitiers, la ressource en eau ne satisfera que 50 % des agrumes ou 42% de la superficie réelle des Pommier/poirier ou toute la superficie réelle du pêcher, ainsi que les autres arbres fruitiers Abricotier soit 127 ha où le volume disponible en eau épurée dépasse leurs besoins.

Mots clés : Eau usée épurée, superficie irrigable, ressources en eau non conventionnelle, périmètre Arib, Ain Defla.

Introduction

L'Algérie est caractérisée, dans la plupart de ses régions, par un climat semi-aride à aride. Le pays souffre autant de l'insuffisance des pluies que de leur mauvaise répartition dans le temps et dans l'espace. Les contraintes du climat, la croissance démographique et les transformations économiques et sociales sont à l'origine d'une demande en eau sans cesse croissante. Parallèlement, le recours à l'irrigation est devenu une nécessité, étant donné l'importance du déficit hydrique climatique et l'intensification de l'agriculture. Or, face à ces demandes, les ressources en eau sont rares et insuffisantes (Lehtihet, 2005 et Tamrabet 2011).

Ainsi, pour satisfaire l'ensemble des besoins en eau du pays et afin de réserver les eaux de bonne qualité à l'alimentation en eau potable, on est contraint d'utiliser des eaux de qualité marginale en agriculture (FAO, 2003 et AHS, 2005). Dans ce contexte, l'utilisation des eaux usées traitées est devenue une nécessité et fait partie intégrante de la stratégie actuelle de mobilisation de toutes les ressources disponibles. Alors notre objectif est de calculer les superficies irrigables du périmètre Arib pour les différents types de cultures à partir de quantités d'eau épurée de la STEP de Ain Defla .

1. Caractéristiques de la STEP de Ain Defla

Le principal but projeté par l'épuration des eaux usées de la ville de Ain Defla est l'amélioration de l'environnement par la suppression de rejet en eaux usées de surface et notamment de l'Oued Cheliff (ONA, 2005), prévient l'éventualité de situations esthétiques désagréables. Ainsi que la protection des nappes d'eau souterraines de la contamination par l'eau polluée et la réutilisation des eaux usées traitées par la STEP a des fins agricoles.

La station d'épuration de Ain Defla est rentrée en exploitation en 2008. Elle est conçue pour épurée une quantité d'eau estimée à 9157 m³/j. Le procès consiste en une épuration biologique par boues activées à faible charge, avec stabilisation aérobie.

Les principales caractéristiques des stations d'épuration de Ain Defla sont renseignées dans le tableau 01.

Tableau 01 : Les principales caractéristiques des stations d'épuration de Ain Defla.

Capacité de traitement Eq./hab.	Effluent brut m ³ /j	Effluent épuré m ³ /j	Procédé d'épuration
50 000	13 680	9 157	Boue activée

(Source ONA, 2005)

Le système d'épuration adopté est celui du traitement des eaux usées par boues activées dont les étapes essentielles d'épuration sont mises en évidence par la figure 02.

1.1. Situation géographique

La station d'épuration de la ville d'Ain Defla est située au nord du chef-lieu de la wilaya de Ain Defla, située à proximité de l'oued de Chélif et environ 800 m de l'axe routier de RN4 (Figure 01). Limitée au Sud Ouest et Est par des terrains agricoles, Elle a été mise en service en avril 2007, et elle est réalisée par la direction d'hydraulique de la wilaya d'Ain Defla (Rahmouni et al. 2009).

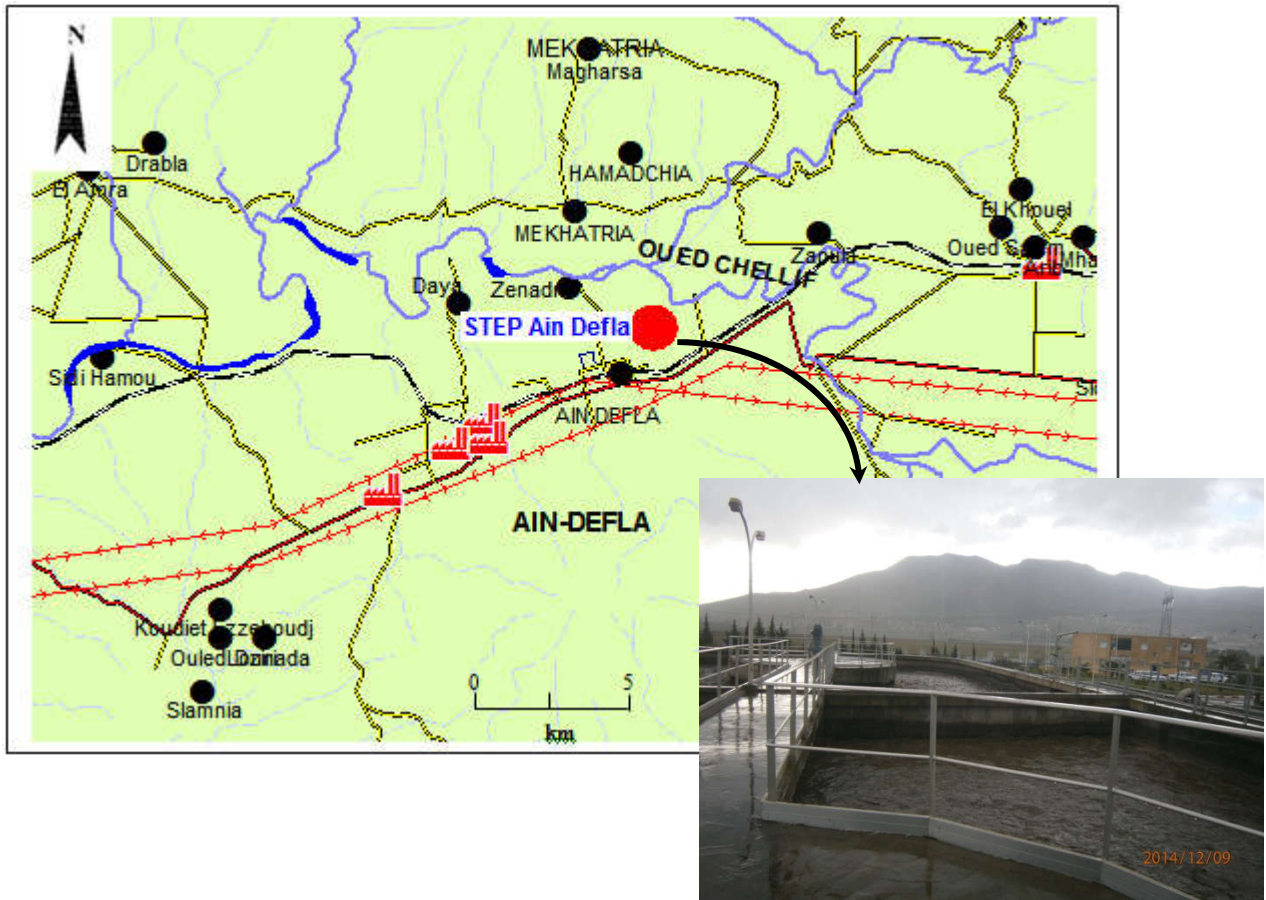


Figure 01 : Situation géographique de la STEP de Ain Defla.

2. Utilisation des eaux épurées a des fins Agricoles

Tous les rejets d'eaux usées épurées en milieu naturel doivent présenter les caractéristiques minima suivantes (Mara et al., 1991 et OMS, 1989):

- Teneur en matières en suspension : moins de 30 mg/l
- Test de putrecibilité: négatif
- Absence de toute substance nuisible aux poissons et aux animaux susceptibles de s'abreuver en cas de rejet dans une rivière ou un oued
- DBO_5 (demande biochimique en oxygène) : 40 mg/l.

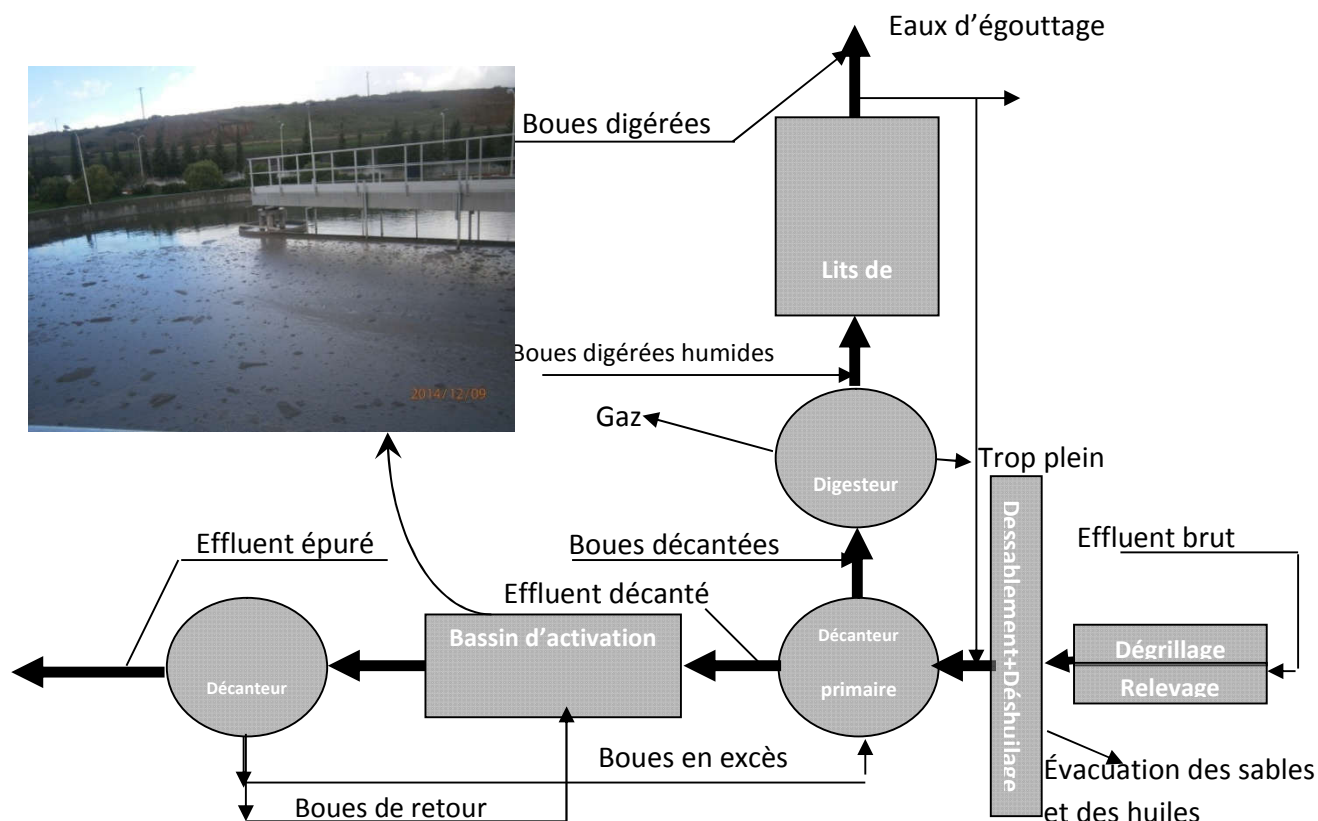


Figure 02 : schéma simplifié du système d'épuration de la STEP de Ain Defla.

2.1. Qualité d'une eau d'irrigation

D'un point de vue composition, l'eau usée épurée est unique vue que sa qualité est un paramètre important à prendre en considération lors de l'élaboration d'un projet de réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation, car elle nécessite une étude approfondie de la variation journalière de la qualité des eaux usées épurées au niveau de la STEP, sur une durée d'au moins une année. Mais avant tout il sera nécessaire de connaître les éléments qui rentrent dans la composition des eaux usées épurées (figure 03).

Néanmoins nous pouvons avoir une idée sur ce paramètre, en se basant sur les caractéristiques de base qui ont servies au dimensionnement de la STEP, le procédé d'épuration utilisé et la classification de la qualité des eaux usées épurées en fonction des contraintes sanitaires établies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 1997).

Nous donnons en tableau 02 les traitements recommandés par l'organisation mondiale de la santé (OMS), et qu'il faudra prévoir pour la qualité des eaux usées épurées afin de répondre aux critères d'avant utilisation en agriculture (Mara, et al., 1991 ; OMS. 1997 ; Chenini et al., 2002).



Figure 03 : Eau épurée dans la STEP de Ain Defla.

3. Matériels et Méthodes

3.1. Caractéristiques hydrographiques et pédologiques du périmètre Arib

3.1.1. Ressource en eaux

L'étude climatologique nous a permis de déterminer le climat de la région où se situe le périmètre Arib. D'après l'indice d'aridité de DEMARTON (tableau 03) on conclut que le périmètre Arib est un milieu semi-aride. L'indice de continentalité thermique calculé par la formule de KARNER ($K = 41.78\%$) atteste donc de la semi aridité du climat de la région des Arib.

Tableau 03: Indice d'aridité de DEMARTON

Station	P (mm)	T(c°)	A
Arib Ebda	325.80	19.03	17.08

Le volume lâché de barrage de Sidi M'hamed Ben Taïba est de 5 Mm^3 destiné à l'alimentation du périmètre El Amra – El Abadia. Alors que $1,6 \text{ Mm}^3$ est le volume distribué réellement, ce qui permet de constater qu'un volume de $3,4 \text{ Mm}^3$ soit 68% est considéré comme des pertes. Les terres agricoles du périmètre Arib sont irriguées par pompage illégal de ces eaux lâchées de barrage de Sidi M'hamed Ben Taïba. Par l'exploitation des forages avec un volume annuel de 4 millions m^3 (Rahmouni, 2009).

C'est dans le but de réserver ces eaux de bonne qualité aux usages prioritaires qu'il a été préconisé d'exploiter des ressources en eau non conventionnelles (réutilisation des eaux usées traitées).

Tableau 02: Recommandations microbiologiques révisées de l'OMS pour le traitement des eaux usées avant l'utilisation en agriculture (Blumenthal et al., 2004).

Catégories	Conditions de réutilisation	Techniques d'irrigation	Coliformes fécaux (nombre/100ml)	Traitements recommandés pour atteindre le niveau de qualité microbiologique
A	Irrigation sans restriction pour les cultures consommées crues, les parcs publics	Toutes	≤1000	Série de bassin de stabilisation bien conçu, réservoir de stockage et de traitement remplis séquentiellement, ou traitement équivalent (P.EX : traitement secondaire conventionnel suivi soit d'un lagunage tertiaire, soit d'une filtration et d'une désinfection).
B	Irrigation restreinte. Céréales, cultures industrielles, fourrages, pâturage et forêt.	Par aspersion	≤100000	Série de bassins de rétention dont un bassin de maturation ou un traitement équivalent (traitement secondaire conventionnel suivi soit par des lagunages tertiaire, soit une filtration)
		Par rigole d'infiltration ou par gravité	≤1000	Comme pour la catégorie A
		Toutes	≤1000	Comme pour la catégorie A
C	Irrigation localisée sur des cultures de la catégorie B	Goutte-à-goutte, micro jet	Pas de norme	Prétraitement nécessaire pour des raisons techniques liées à l'irrigation. Mais pas moins qu'une sédimentation primaire.

3.1.2. Ressource en sols

L'analyse granulométrique des sols nous a permis de les classer d'après leur texture (tableau 04), et de définir les possibilités d'adaptation des cultures sur les différents sols. Les sols du périmètre Arib sont caractérisés par la prédominance d'éléments fins donc c'est la catégorie des terres fortes, avec un fort pourcentage de calcaire actif supérieur à 10%, les sols ne sont pas salés et de type argileux limoneux (Rahmouni, 2009).

Tableau 04 : Analyse physique du sol du périmètre Arib

Particules (%)	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
0-40	31	29,6	19	10,8	7,7
40-70	40	14	17,3	18,6	8,6
70-100	49	10	11	17,7	10,3
>100	49	10	4	13,6	15,8

(Rahmouni, 2009)

D'après le tableau 05, nous avons constaté une augmentation de calcaire CaCO_3 en profondeur qui atteint 16%. Les mesures de la conductivité électrique sont effectuées à l'aide d'un résistivimètre, elle est faible ($<3\mu\text{s/cm}$) dans les terres agricoles du périmètre Arib, le pH est également basique. La matière organique est faible aux horizons de surface elle varie de 1.00 à 1.51% pour les horizons de 0 cm à 70 cm respectivement, ceci peut exercer un rôle très important sur la formation et l'évolution des sols de Arib.

Après le traitement, les eaux usées épurées ont une teneur faible en matières organiques biodégradables ($\text{DBO}_5=30\text{ mg/l}$) et peuvent constituer un apport appréciable au sol, compte tenu des volumes importants qu'exige l'irrigation.

Tableau 05: Analyse chimique du sol du périmètre Arib

Horizons (cm)	CaCO_3 total (%)	CE ($\mu\text{s/cm}$)	pH	MO (%)
0-40	3,50	1,6	8	1,51
40-70	3,97	1,67	7,5	1,08
70-100	19	1,98	8	1,00
>100	15,66	2,11	8	0,13
Moyenne	10,53	1,84	7,9	0,93

(Rahmouni, 2009)

Il est à noter qu'un sol cultivé perd chaque année entre 0.7 et 01 tonne/hectare de matières organiques par minéralisation surtout dans les régions aride et semi aride où la minéralisation est élevée (Omeiri, 2014). L'irrigation par les eaux épurées peut compenser ce manque en matières organiques qui joue un rôle fondamental dans la régularisation de la fertilité du sol (Chenini, 2002).

3.1.3. Répartition de la production agricole végétale

Le système de culture dominant à travers le périmètre de Arib qui s'étend sur une superficie de 3000 ha, est le maraîchage qui occupe 41% de la Superficie agricole utile (figure 04). Ce potentiel maraîcher est essentiellement la pomme de terre qui est pratiquée sur une superficie de 619 ha soit

31% de la SAU, Outre la pomme de terre, plusieurs espèces maraîchers sont cultivées au niveau du périmètre Arib tel que les tomates, l'oignon, chouetc. sur une surface de 213 ha soit 11% de la SAU. L'ensemble de ces cultures est localisé au niveau des aires irriguées qui représentent 79% de la SAU.

La céréaliculture représentée par le blé est pratiquée au niveau du périmètre sur une surface de 300 ha ((Rahmouni, 2009). Les cultures arboricoles fruitiers occupent un grand part de l'assolement avec 477 ha soit 24% (figure 04) réparties entre les agrumes et les rosacées avec ou sans noyau (pommier, poirier...).

En effet, l'aridité du climat de la région et l'insuffisance des ressources hydriques ne permet pas une exploitation totale de toute la SAU d'où la dominance des terres en jachère sur une superficie d'environ 400 ha.

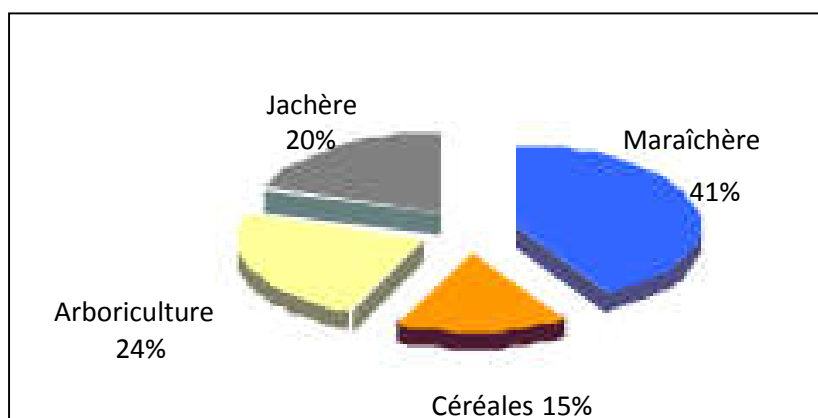


Figure 04: Répartition de la production agricole végétale dans le périmètre Arib.

4. Résultats et discussions

4.1. Ressources en eau

Le débit moyen en 2010 était de 9157 m³/j ce qui équivaut à 0,112 m³/s, le débit en sortie de la STEP ne subit aucune variation journalière. Toutefois, compte tenu des coefficients d'évolution mensuelle, le volume effectivement rejeté par la STEP varie chaque mois comme le montre le tableau 06.

Tableau 06 : variation journalière des débits épurés par la STEP de Ain Defla.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Coefficient d'évolution mensuelle	0,8	0,7	0,75	0,8	1	1,1	1,3	1,5	1,2	1,1	0,9	0,85
Débit journalier (m3/J)	7340	6423	6881,3	7340	9175	10093	11928	13763	11010	10093	8258	7798,8

La quantité d'eau épurée est estimée à 9157 m³ /j. nous prenons deux variantes :

- ❖ **Première variante** : en prenant le volume total épuré de 9157 m³/j qui peut être réutilisé à des fins agricoles.
- ❖ **Deuxième variante** : 30% seulement du volume total épuré soit 2747 m³/j peuvent être réutilisé de manière sûre à pour d'irrigation, a cause de contraintes multiples, notamment (Kessira, 2005 et Tamrabet, 2011)
 - ✓ Distance entre source et demande des eaux épurées (on considère que 80% des STEP seront assez près de superficies irrigables) ;
 - ✓ Besoins en investissement pour le traitement supplémentaire ;
 - ✓ Besoins des matières pour transporter les eaux épurées à la parcelle agricole ;
 - ✓ Production permanente et demande saisonnière
 - ✓ Une qualité d'eau épurée généralement variable ;
 - ✓ Une acceptation socioculturelle limitée de cette ressource d'eau.

4.2. Besoin en eau

Le besoin en eau des cultures est égal à leur évapotranspiration. Cette quantité pourrait être dépassée à cause des besoins en eau de lessivage. Le calcul de l'évapotranspiration de référence ET₀ à été fait à l'aide du modèle CROPWAT 5.7 établi par la F.A.O 1984 (Sghaier et al., 2013). Le calcul des besoins nets en eaux d'irrigation par la formule 01, il est définit comme étant le volume d'eau qui devra être apporté par irrigation en complément à la pluviométrie et éventuellement à d'autres ressources telle que la réserve en eau initiale dans le sol.

$$B_n = ETR - P_e - R_{\text{initiale}} \quad 01$$

d'ou

B_n : Besoins nets en eaux d'irrigation en mm

ETR : évapotranspiration réel ou dite de culture (ET_C) en mm.

R_{initiale}: réserve initiale en eau dans le sol en mm. Négligeable en début de cycle.

P_e : La pluie efficace est la fraction de pluie qui réellement contribue à l'alimentation de la plante.

Le calcul de l'évapotranspiration se fait par la formule suivante:

$$ETR = K_c * ET_0 \quad 02$$

Avec:

ETR: évapotranspiration réelle ou de culture. (mm /jour).

K_c : coefficient cultural qui est lié à l'espèce végétale et à son état de croissance et de développement.

ET₀ : évapotranspiration de référence (mm /jour).

Les résultats de calcul des besoins nets en eau d'irrigation pour chaque culture sont résumés dans le tableau 07.

L'estimation exacte de ces pertes est une opération qui est très difficile car plusieurs paramètres entrent en jeu. C'est pour cette raison que nous avons décidé d'estimer ces pertes à 25% des besoins nets en eau d'irrigation pour chaque culture. Ce qui nous fait une efficacité de 75% du volume total destiné pour chaque culture.

Les besoins en eau pour le lessivage sont évalués pour les cultures représentatives et pour différents niveaux de rendement (Omeiri, 2014). Pour l'obtention d'un rendement maximum de 100 %, les besoins de lessivage (LR) sont estimés au environ de 30 % des besoins d'irrigation pour les cultures moyennement sensible et de 60 % pour les cultures sensibles.

4.3. Superficie irrigable

On procède dans cette partie le calcul des superficies irrigables à partir de quantités d'eau épurée à partir des données techniques de 02 variantes.

▪ variante 1:

Ressources en eau: 9157m³/j soit 274710 m³/mois

ET₀: on prend la valeur la plus élevée 174 mm pour le mois d'Août

Cultures irriguées: les différentes cultures dans le périmètre Arib

Coefficient cultural moyen pour chaque culture: varie d'une culture à une autre

Les résultats du calcul des superficies irrigables du périmètre Arib par les eaux usées épurées selon la variante 01 sont résumés en tableau 07.

Tableau. 07 : Calcul des superficies irrigables du périmètre Arib pour la variante 1

Cultures	Ressources en eau m ³ /jour	Ressources en eau m ³ /mois	ET ₀ max mm/mois	Kc moyen	ETR (mm)	Pluie efficace (mm)	Besoins en eau (mm)	Besoins en eau (m ³ /ha)	Superficie irrigable (ha)
Pomme de terre	9157	274710	174	0,8	139	26,73	112	1125	244
Tomate				0,85	148		121	1212	227
Poivron/piment				0,85	148		121	1212	227
Oignon				0,75	131		104	1038	265
Chou				0,7	122		95	951	289
Melon/pastèque				0,75	131		104	1038	265
Blé				0,85	148		121	1212	227
Fèves				0,73	127		100	1003	274
P. pois				0,73	127		100	1003	274
Pommier/poirier				0,8	139		112	1125	244
pêcher				0,8	139		112	1125	244
Abricotier				0,8	139		112	1125	244
Agrumes				0,7	122		95	951	289

D'après le tableau 07 et selon la première variante, le volume total d'eau épurée de la STEP de Ain Defla nous permet d'irriguer une superficie de plus de 200 ha soit plus de 100% (tableau 09) des superficies réelles pour la majorité des cultures pratiquées dans le périmètre de Arib sauf la culture de pomme de terre et le blé, avec un maximum de 289 ha pour le chou et les agrumes (tableau 07).

▪ **Variante 2**

Ressources en eau: 2747m³/j soit 82413 m³/mois

ET₀: même valeur que la variante 01, soit 174 mm pour le mois d'Août.

Cultures irriguées: les différentes cultures dans le périmètre Arib.

Coefficient cultural moyen pour chaque culture: varie d'une culture à une autre.

Les résultats du calcul des superficies irrigables du périmètre Arib par les eaux usées épurées selon la variante 02 sont résumés en tableau 08.

Tableau. 08 : Calcul des superficies irrigables du périmètre Arib pour la variante 2

Cultures	Ressources en eau m ³ /jour	Ressources en eau m ³ /mois	ET0 max mm/mois	Kc moyen	ETR (mm)	Pluie efficace (mm)	Besoins en eau (mm)	Besoins en eau (m ³ /ha)	Superficie irrigable (ha)
Pomme de terre	2747	82413	174	0,8	139,2	26,73	112,5	1124,7	73
Tomate				0,85	147,9		121,2	1211,7	68
Poivron/piment				0,85	147,9		121,2	1211,7	68
Oignon				0,75	130,5		103,8	1037,7	79
Chou				0,7	121,8		95,1	950,7	87
Melon/pastèque				0,75	130,5		103,8	1037,7	79
Blé				0,85	147,9		121,2	1211,7	68
Fèves				0,73	127,02		100,3	1002,9	82
P. pois				0,73	127,02		100,3	1002,9	82
Pommier/poirier				0,8	139,2		112,5	1124,7	73
pêcher				0,8	139,2		112,5	1124,7	73
Abricotier				0,8	139,2		112,5	1124,7	73
Agrumes				0,7	121,8		95,1	950,7	87

D'après les résultats obtenus dans les tableaux 08 et 09 selon la variante 2, nous distinguons les cas suivants :

- Concernant les cultures maraîchères et malgré la réduction de 30 % de la ressource en eau épurée nous pouvons irriguer la majorité de la surface occupée par les cultures pratiquées (tomate, oignon,...). Alors qu'il ne satisfera que 12 % de la surface réelle occupée par la pomme de terre. Cette surface et ne dépasse guère les 85 ha en cas des autres cultures (tableau 08);
- Nous constatons aussi pour la variante 2 que l'irrigation des céréales reste pratiquement faible. La ressource en eau épurée provenant de la STEP ne couvre que les 23% de la superficie réelle (figure 05) ;
- En cas des arbres fruitiers, la ressource en eau ne satisfera que 50 % des agrumes ou 42% de la superficie réelle des Pommier/poirier ou toute la superficie réelle du pêcher, ainsi que les

autres arbres fruitiers Abricotier où le volume disponible en eau épurée dépasse leurs besoins (figure 05).

Cette superficie peut être notablement maximisée par l'utilisation des techniques modernes d'irrigation telle que l'irrigation localisée pour les arbres fruitiers et l'emploi d'ouvrage de régulation sous forme de bassin de stockage d'eau à usages agricole.

Tableau 09 : Rapport des superficies irrigables et réelles pour les variantes 1 et 2.

Cultures	Superficie réelle (ha)	Variante 1		Variante 2	
		Superficie irrigable (ha)	Rapport Superficie (%)	Superficie irrigable (ha)	Rapport Superficie (%)
P.d. terre	619	244	39	73	12
Blé dur	300	227	76	68	23
Tomate	23	227	>100	68	>100
Poivron/piment	23	227	>100	68	>100
Oignon	20	265	>100	79	>100
Chou	10	289	>100	87	>100
Melon/pastèque	37	265	>100	79	>100
Fèves	60	274	>100	82	>100
P. pois	40	274	>100	82	>100
Pommier/poirier	176	244	>100	73	42
Agrumes	174	289	>100	87	50
pêcher	68	244	>100	73	108
Abricotier	59	244	>100	73	>100

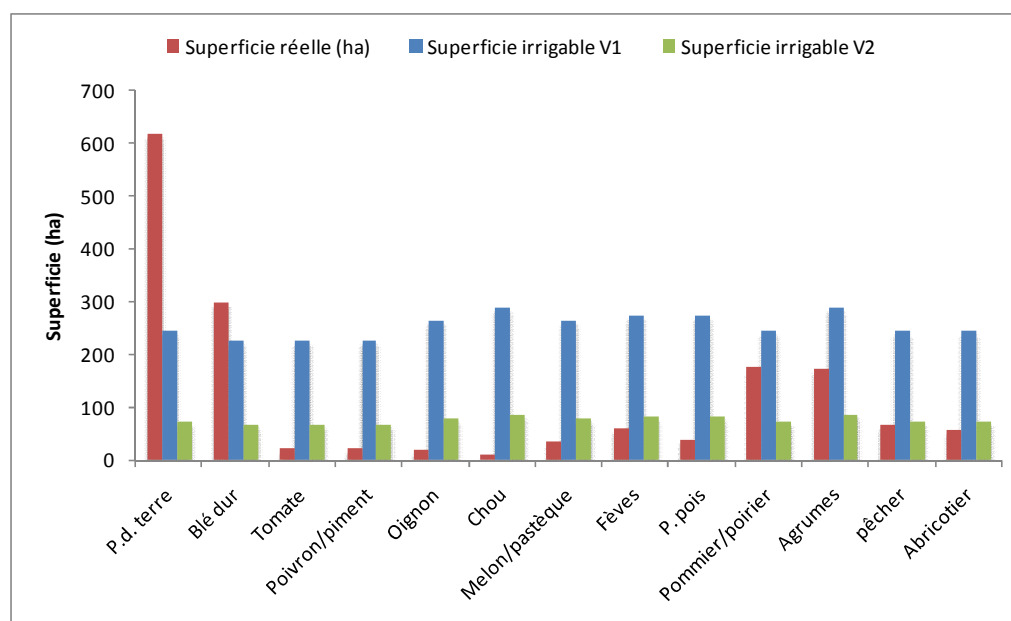


Figure 05 : Comparaison entre les superficies irrigables et réelles pour la variante 1 et 2

Après les analyses des différents résultats trouvés, nous pouvons dire que l'utilisation de ce volume d'eau épuré est déconseillée dans l'irrigation des cultures maraichères tel que les légumineuses parce que il ya un fort risque de contamination humaine. De plus, la législation algérienne interdit l'irrigation de ces cultures par les eaux épurées (Lehtihet, 2005 et Kessira, 2005).

Par contre, on recommande l'irrigation des parcelles d'arbres fruitiers car ce type de culture nécessite l'utilisation de la méthode d'irrigation par goutte à goutte, qui est une méthode qui ne présente aucun risque pour les arbres car l'eau sera diluée naturellement en s'infiltrant dans le sol, en plus, les arbres sont munis de racines pivotantes fasciculaires contribuant à l'épuration de l'eau par contre l'irrigation des cultures maraichères ainsi que tout les cultures irriguées par aspersion ou consommé cru est fortement déconseillé à cause des risques sanitaires qu'elle peut engendrer pour l'homme (OMS. 1989).

Conclusion et recommandations

Actuellement la surface irriguée de périmètre Arib est estimée à 1271 ha, soit 79% de la superficie agricole utile. Un volume total annuel estimé en 7 millions m³ est assuré soit par le pompage illicite des lâchées de barrage de Sidi M'hammed Ben Taiba ou par l'épuisement des ressources souterraines.

A travers la comparaison entre les superficies irrigables et réelles du périmètre Arib selon la variante 2, nous constatons que la ressource effectivement réutilisée de manière sûre à des fins agricoles restreint les possibilités d'irrigation des espèces cultivées dans le périmètre de Arib.

En cas du maraîchage cette ressource ne couvre que les besoins de 12% de la surface réelle occupée par la pomme de terre, ou l'irrigation de 3 ou 4 espèces au maximum en même temps.

Le même volume épuré ne peut irriguer que 23% de la surface réelle du blé. Alors que cette ressource ne satisfait que 42 % et 50% de la superficie cultivée en pommier/poirier et en agrumes respectivement. Bien que pour l'abricotier et le pêcher, le disponible en eau traitée dépasse leur besoin.

Le développement et la réussite de ce projet de réutilisation des eaux épurées à des fins agricoles doit intégrer à la base un certain nombre de règles :

- La préservation de la santé publique et des conditions environnementales.
- La réponse à une demande réelle exprimée par les utilisateurs.
- L'établissement de normes de la qualité pour les divers usages prévus.
- La mise en place d'une réglementation pertinente qui obligera les différents intervenants à respecter les exigences sanitaires.
- La clarification des responsabilités des différents intervenants dans les projets de réutilisation des eaux épurées.

Des dispositions doivent être prises en considération pour l'aménagement qui est alimenté par les eaux usées épurées pour minimiser les conséquences néfastes tant que le domaine de la réutilisation dans le périmètre Arib ou en Algérie d'une façon générale est mal connu :

- ✓ Choix du type de sol (un sol sableux convient mieux à l'utilisation d'une eau salée que les sols à texture fine).
- ✓ Assurer le contrôle des nappes et éviter les risques d'une salinisation secondaire.

- ✓ L'aspersion est déconseillée, compte tenu de la salinité et la présence possible des germes pathogènes.

Références bibliographiques

Agence de Bassin Hydrographique Sahara, 2005, l'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office international de l'eau. Colloque International sur les Ressources en Eaux Souterraines du Sahara. CIRESS, ABH sahara. 57 p.

Blumenthal U.J, Carr R.M. and Duncan Mara D, 2004, Guidelines for the safe use of wastewater in agriculture: revisiting WHO guidelines. Water Science and Technology Vol 50 No 2 pp 31-38 © IWA Publishing 2004.

Chenini F, Trad M, Réjeb S, Châabouni Zet Xanthoulis D, 2002, Optimisation et durabilité du traitement et de l'utilisation des eaux usées en agriculture. Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts. Tunisie. 74p.

FAO, 2003, L'irrigation avec les eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Bureau Régional pour le Proche-orient et Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord, 73 p.

Kessira M, 2005, Gestion de l'irrigation avec les eaux non conventionnelles, In : Hamdy A. (ed.). The use of non conventional water resources. Bari : CIHEAM / EU DG Research, 2005. p. 203-216 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéennes; n. 66)

Lehtihet L, 2005, La réutilisation des eaux usées en Algérie: situation actuelle et perspectives de développement. Direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement. Ministère des ressources en eau. 31p.

Mara D and Cairncross S, 1991, Guide pour l'utilisation sans risques des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et aquaculture. Mesures pour la protection de la santé publique. ISBN 92 4 254248 2 (Classification NLM: WA 7S5). 211p. Organisation mondiale de la Santé. Genève 1991.

O.N.A, 2005, Organisation et fonctionnement d'une station d'épuration. Fiche technique d'assainissement. Rapport d'exploitation, 42p.

Omeiri N, 2014, Gestion intégrée de la fertilité d'un sol salé au sein d'un agro-écosystème oasien: cas de la palmeraie du ksar de Ouargla. Revue des Régions Arides - Numéro Spécial - n° 35 (3/2014) - Actes du 4ème Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes: Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides, 17-19/12/2013. pp. 1371-1380.

OMS, 1989, L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture: recommandations à visées sanitaires - Rapport d'un groupe d'experts de l'OMS. Série de rapports techniques 778 OMS, Genève.

OMS, 1997, Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel des techniques de laboratoire en parasitologie et bactériologie, Genève, 31p.

Rahmouni A, Mehaiguen M, 2009, Réutilisation des Eaux usées épurées de la station d'épuration de Ain Defla pour l'irrigation. Thèse d'ingénieur en Agronomie. Département d'agronomie. Centre universitaire de khemis miliana. 56 p.

Sghaier N, Masmoudi M.M. et Ben Mechlia N, 2013, Paramétrage du modèle AquaCrop pour la simulation de la culture du blé dur. Revue des Régions Arides - Numéro Spécial - n° 35 (3/2014) - Actes du 4ème Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes: Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides, 17-19/12/2013. pp. 1351-1360.

Tamrabet L, 2011, Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage. Thèse de Doctorat en sciences Option : Hydraulique, Université Hadj Lakhdar –Batna. Institut de Génie Civil, d'Hydraulique et d'Architecture, Département d'Hydraulique. 147p.