



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجليلي بونعامة بخميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre

Département des sciences Biologiques

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master 2

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Ecologie et environnement

Spécialité: Protection des écosystèmes

Thème

***Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles dans
le périmètre Nador (Wilaya de Tipaza)***

Date de soutenance : 01 /10 /2020

présenté par :

Mme: BELLI Fatma Zohra

Devant les Membre de Jury :

Présidente: Mme. Benaouda L.

MAA

UDBKM

Encadreur: Mr. Mehaiguene M.

MCB

UDBKM

Examineur: Mr. Arous A.

MAA

UDBKM

Année universitaire: 2019/2020.

« Rien n'est perdu, rien n'est créé, tout est transformé... »

Selon Lavoisier.

Ce principe s'applique également à l'eau : source de vie.

*Ressource précieuse mais difficile d'accès,
qui peut également être source de mort si elle n'est pas bien gérée*

Dédicace

A mes très chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mon mari Hamzaoui Lamine pour son soutien et ses encouragements qui me tirent toujours plus haut et me pousse toujours plus loin.

A mes enfants (Mohamed Adnane, Khaoula ,Khair-Eddine , Abdeelnafae) à qui 'j'espère ce travail apportera la convection qu'on n'est jamais assez vieux pour apprendre avancer et réussir !

A mes chères sœurs (Khadidja et Fouzia) pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères,(djamel, M- amine ,chams Eddine et rabie) ,a mon nouveau Farid pour leurs appui et leur encouragement,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.



Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant pour m'avoir donné courage, la force et la volonté pour réaliser ce travail..

Avant de présenter ce travail, Je tiens remercier tous ceux qui d'une manière ou d'autre ont contribué à sa réalisation.

Mes remerciements vont tout d'abord à

Mr Mehaiguen Madjid ,maitre de conférence à l'université de khemis Miliana pour avoir accepté de diriger ce travail et pour sa disponibilité et ces précieux conseils .

Mme Benaouda qui m'a fait l'honneur de présider le jury .

Mr Arous qui m'avez fait d'accepter de juger ce travail .

Mes remerciements s'adressent également au directeur de la station d'épuration de Tipaza Mr A.medjah, au chef d'exploitation Mr Toufik medjah,

Sans oublier tous les enseignants de la spécialité SNV protection d'écosystème

Mme Nabti ,Mme Ladaddi ,Mme Djeroun ,Mr Zeghdoudi ,Mr Arous , Mr yehyaoui ,

Enfin je remercier tous les étudiants Master 2 Protection d'écosystème

notamment Mme Sadaoui Amel et Mr Ameer.

Mme Abesse Lynda DIE a INSFP Hadjout,Mme Benkhirra chef service d'hydraulique et Mr Youss chef de service au niveau de DSA . de service au niveau de DSA .

الملخص

يزداد الاستهلاك اليومي للمياه مع النمو السكاني والتنمية الدائمة ؛ في مختلف القطاعات الحضرية والزراعية والصناعية وحتى الخدمات. تتدهور نوعية المياه المستهلكة بعد استخدامها في هذه القطاعات المختلفة ، وسيتم رفضها لاحقاً بطبيعتها ، ولكن من حيث المبدأ يجب أن تمر هذه الكميات من المياه من خلال محطة معالجة مياه الصرف الصحي.

وفي مواجهة ندرة المياه المتزايدة وندرة هطول الأمطار ، أثبت استخدام المياه المعالجة للأغراض الزراعية أنه أحد الحلول غير التقليدية التي قد تحل حتى مشكلة نقص الري في المنطقة وتخفيف حدة عجز مائي مسجل.

في هذا العمل ، قمنا بحساب المناطق التي يمكن ريها من كميات مياه الصرف الصحي المعالجة والاحتياجات المائية للأنواع المختلفة من المحاصيل المزروعة في محيط الناظور سمحت لنا المقارنة بين المناطق المروية وتلك المزروعة بالفعل في المحيط . ان الموارد المائية غير التقليدية لمحطة تيبازة تم تقييمها ب5772 متر مكعب / يوم (173160 م³ / شهر) تسمح بسقي معظم المساحة التي تشغلها الخضار المزروعة (طماطم ، بصل ، الفلفل ...) وهي 410 هكتار خلال سنة 2019 . اما حالة الأشجار المثمرة ، فإن الموارد المائية ستلبي فقط 44% من الحمضيات و 69% من المساحة الفعلية للكروم و 100% من المساحة الفعلية لشجرة الزيتون ، وكذلك الأشجار المثمرة الأخرى المشمش و الخوخ حيث يتجاوز الحجم المتاح في المياه المعالجة.

مفتاح الكلمات: مياه الصرف الصحي المعالجة ، المساحة المروية ، مصادر نوعية المياه ، محيط الناظور.

Résumé

La consommation quotidienne d'eau augmente avec la croissance démographique et le développement permanent; Dans divers secteurs urbains, agricoles, industriels et même de services. La qualité de l'eau consommée se dégrade après avoir été utilisée dans ces différents secteurs.

Elle sera rejetée plus tard dans la nature, mais en principe ces quantités d'eau doivent passer par la station d'épuration. Face à la raréfaction de l'eau et à la rareté des précipitations, l'utilisation de l'eau traitée à des fins agricoles s'est avérée être l'une des solutions non conventionnelles qui peuvent résoudre même le problème de la pénurie d'irrigation dans la région et réduire la pénurie d'eau enregistrée.

Dans ce travail, nous avons calculé les superficies irriguées à partir des quantités d'eaux usées traitées et des besoins en eau des différents types de cultures cultivées en périphérie de Nador, nous permettant de comparer les superficies irriguées avec celles déjà cultivées dans la zone en notant que les ressources en eau non conventionnelles de la STEP de Tipaza ont été évaluées à 5772 m³/Jour (173160 m³/mois) permet à la majorité de la surface occupée par les légumes d'irriguer les cultures (tomates, oignons, poivrons ...) soit 410 hectares au cours de l'année 2019 .

Dans le cas des arbres fruitiers, les ressources en eau ne couvriront que 44% des agrumes et 69% du vignoble réel et dépasseront 100% de la superficie réelle de l'olivier, ainsi que d'autres arbres fruitiers abricots et pêches où le volume disponible en eau propre dépasse 136 hectares de leurs besoins.

Mots clés: eaux usées épurées, zone irriguée, qualité des eaux, plaine de Nador.

Abstrat

Daily water consumption increases with population growth and permanent development; In various urban, agricultural, industrial and even service sectors. The quality of the water consumed deteriorates after being used in these different sectors.

It will be released into nature later, but in principle these quantities of water must pass through the treatment station. In the face of water scarcity and rainfall scarcity, using treated water for agricultural purposes has proven to be one of the unconventional solutions that can solve even the problem of water scarcity. irrigation in the area and reduce the recorded water shortage.

In this work, we calculated the irrigated areas from the quantities of treated wastewater and the water requirements of the different types of crops grown on the outskirts of Nador, allowing us to compare the irrigated areas with those already cultivated in the area in noting that the unconventional water resources of the Tipaza STEP were evaluated at 5772 m³/Day (173,160 m³/month) allows the majority of the surface occupied by vegetables to irrigate crops (tomatoes, onions, peppers, etc.), is 410 hectares during the year 2019.

In the case of fruit trees, the water resources will cover only 44% of citrus and 69% of the actual vineyard and will exceed 100% of the actual area of the olive tree, as well as other apricot and peach fruit trees where the volume available clean water exceeds 136 hectares of their needs.

Keywords: purified wastewater, irrigated area, water quality sources, Nador plain.

TABLE DES MATIERES

Page

Introduction	13
Chapitre I : Etude Bibliographique	
1.1- Définition des eaux usées	16
1.2 Composition des eaux usées domestiques	17
1.3 L'impact des eaux usées sur les écosystèmes	17
1.4 Système d'épuration	18
1.5 La réutilisation des eaux usées épurées	20
1.6 REUE dans l'agriculture Algérienne	22
1.7 Risques de la réutilisation des eaux usées épurées	27
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude	
2.1 Situation géographique	30
2.2 Aspect morpho – tectonique	31
2.3 Aspect climatique	32
2.4 Indice d'aridité ou de DEMARTON	36
2.5 Indice de continentalité thermique	37
2.6 Localisation de site d'implantation de la station	38
2.7. Occupation du sol	39
2.8. Milieu humain	39
2.9. Ressources hydriques	39
2.9. Objectif de l'épuration	41
Chapitre III : Moyens et méthodes	
3.1 Situation actuelle de l'irrigation à proximité de la STEP Tipaza	49
3.2 Superficies potentiellement irrigables à partir de la STEP Tipaza	52
3.3 Ressources en eau	53
3.4 Ressources en sol	54
Chapitre IV : Résultats et discussion	
4.1. Ressources en eau	57
4.2. Besoin en eau	57
4.3. Calcul des Superficie irrigable	58
Conclusion	64
Références bibliographiques	

Liste des figures

	Page
Figure n° 01 Eaux usées domestiques	16
Figure n° 02 : nature de la pollution des eaux	17
Figure n° 03 : Historique des eaux usées	20
Figure n° 04 : La REUE en agriculture	23
Figure n° 05 : Situation géographique de la zone d'étude (vue en 3D)	30
Figure° N.06 : Morphologie du Sahel (Vue en 3 D)	31
Figure n° 07 : Variation mensuelle de la température en °C	32
Figure 08 : Précipitations mensuelles moyennes	33
Figure n° 09 : Variation de vitesse moyenne mensuelle du vent.	34
Figure n°10 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle	34
Figure n° 11 : Variation de l'humidité relative de l'air mensuel	35
Figure n°12 : Situation des STEP de Tipaza (SEEAL, 2018)	37
Figure N° 13 : Traitement physico-chimique.	41
Figure N° 14 : Schéma de lagunage naturel	42
Figure N°15 : Procédé d'épuration STEP Tipaza	45
Figure N°16 : STEP de Tipaza	46
Figure N°17 : les périmètres agricoles situés à proximité de la STEP Tipaza	49
Figure N° 18 : comparaison entre les superficies irrigables et réelles pour la variante 1 et 2	62

Liste des tableaux

Page

Tableau n°01 : Les etapes de traitement des eaux usées	19
Tableau N° 2: Évolution de la surface irrigable par les EUE en hectares pour l'ensemble de l'Algérie	25
Tableau N° 03 : Surfaces irrigables par les eaux usées épurée	26
Tableau n° 04: Niveaux de risques associés différentes cultures irriguées à partir d'eau recyclé	27
Tableau n° 05 : Réutilisation des eaux usées (niveau de qualité des eaux traitées)	27
Tableau 06 : températures mensuelles moyennes, minimales et maximales en C°.	32
Tableau n° 07 : précipitation mensuelle moyenne et total annuel en (mm).	33
Tableau N °08 : Vitesses des vents moyennes mensuelles en (km/h).	33
Tableau n° 09 : L'évapotranspiration moyenne mensuelle en (mm).	34
Tableau n° 10 : Humidité relative de l'air mensuel et annuel	35
Tableau n°11 : Indice d'aridité de DEMARTONNE	36
Tableau n° 12 : Classement des procédés d'épuration par boue activées	43
Tableau N° 13: Débit de dimensionnement de la STEP de Tipaza pour différents horizon	49
Tableau N° 13 : Superficie des cultures irrigues de périmètre Nador compagne agricole	50
Tableau N° 14: La superficie selon l'origine de l'eau	51
Tableau N °15: Analyse des potentialités théoriques de superficies irrigables	52
Tableau N° 16: Principale caractéristiques, des stations d'épuration de Tipaza	53
Tableau N° 17: variation journalière des débits épurés par la STEP de Tipaza	54
Tableau N° 18: Analyse granulométrique de la région d'étude	54
Tableau n° 19 : Recommandation microbiologique révisé par l'OMS pour le traitement des eaux usées à utilisation Agricole	55
Tableau N° 20: Besoins en eaux des cultures avec pluviométrie	57
Tableau N° 21: Besoins en eaux des cultures sans pluviométrie	58
Tableau N° 22 : Calcul des superficies irrigables du périmètre Nador, (V1)	59
Tableau N° 23 : Calcul des superficies irrigables du périmètre Nador (2)	60
Tableau N °24 : Rapport des superficies irrigables et réelles pour les variantes 1 et 2	61

Liste des abréviations

- **REUE** : réutilisation des eaux usées épurées
- **EUE** : eau usée épurée
- **ANRH** : agence nationale des ressources hydrique .
- **SEAAL** : société de l'eau et de l'assainissement d'Alger
- **SEACO** : société de l'eau et de l'assainissement de Constantine
- **SEATA** : société de l'eau et de l'assainissement de Annaba et d'El Tarf
- **SEOR** : société de l'eau et de l'assainissement d'Oran
- **DREW** : direction des ressources en eau de la wilaya
- **AEI** : exploitations agricoles individuelles
- **EAC** : exploitations agricoles collectives
- **PMH** : petite moyenne hydraulique
- **GPI** : grand périmètre d'irrigation
- **DMRE** : direction de mobilisation des ressources en eau
- **ANBT** : agence national des barrages et de transfert
- **DAPE** : direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement
- **ONA** : office national de l'assainissement
- **DHA** : direction de l'hydraulique agricole
- **ONID** : office national de l'irrigation et de drainage
- **AGIRE** : agence de gestion intégrée des ressources en eau
- **ABH** : agence des bassins hydrographiques
- **APC** : assemblée populaire communale
- **DSA** : direction de service agricole



Introduction
générale

La politique de la gestion des ressources en eau était centrée dès 1970 sur la mobilisation des ressources publiques (approche par l'offre) nécessitant de lourds investissements, consentis jusqu'à présent par l'état : construction des barrages, réseaux d'irrigation et la subvention et le soutien du prix de l'eau. FAO (2002)

Actuellement une gestion moderne tend vers l'approche par la demande : révision des allocations de ressources, recherche d'une meilleure efficacité de l'irrigation suivant la recommandation de la FAO (2002) pour l'irrigation « se servir plus et mieux de l'eau pour en prendre moins » ; et en reconnaît que les pays souffrant du manque d'eau, comme ceux affectés par la surabondance de cette ressource, ont besoin d'informations sur l'eau plus complètes, plus précises et mieux intégrées aux fins de la planification, de la mise en œuvre et de la gestion d'une agriculture plus productive et durable.

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.

Faire un projet de réutilisation d'eaux usées est souvent une démarche longue et délicate. Il s'agit, en effet d'inscrire dans des paysages périurbains, encombrés et souvent très convoités, une idée sophistiquée.

Dans un environnement de contraintes sanitaire, techniques et sociales, cette idée, ou plus exactement, son application doit faire la preuve de sa rationalité économique, dans un champ de concurrence d'autant plus serrée que les ressources en eau sont moins rares.

-Objectif: Mobilisation d'une ressource en eau complémentaire:

Il faut toujours bien garder à l'esprit que la réutilisation des eaux usées a deux aspects complémentaires: la mobilisation d'un complément de ressource en eau, et une opération d'assainissement. Réutiliser les eaux résiduaires, c'est modifier leur cours. Au lieu d'être déversées dans un milieu récepteur ordinaire, rivière lac, étang ou rivage, qu'elles polluent plus ou moins gravement, elles sont dérivées, après un traitement approprié, vers des usages qui sont le moyen ou l'occasion d'une élimination de leur charge polluante résiduelle.

Ces usages sont, le plus souvent agricoles. La réutilisation des eaux usées épurées n'est pas assez exploitée comme pratique d'assainissement et de sauvegarde de la qualité sanitaire et écologique des milieux récepteurs ordinaires.

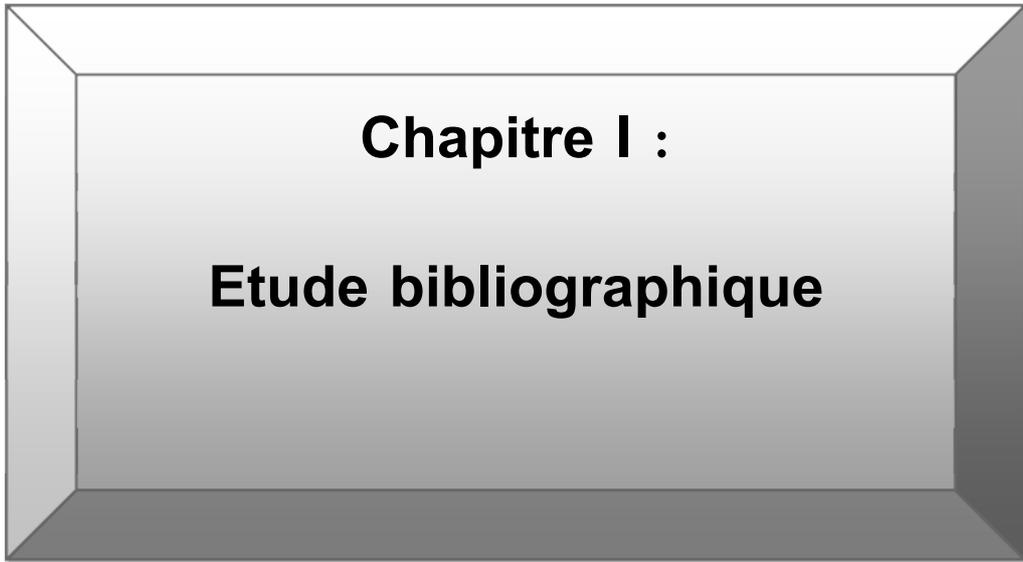
Alors notre objectif est de calculer les superficies irrigables du périmètre Nador pour les différents types de cultures à partir de quantités d'eau épurée de la STEP de Tipaza .

Cette STEP a été construite avec l'objectif ultime de produire des eaux usées épurées d'une très haute qualité destinées à leur réutilisation pour l'irrigation des cultures implantées, dans le périmètre irrigué de Nador commune de Tipaza.

Introduction générale

Dans ce travail, nous aborderons :

- Chapitre 1 : La réutilisation des eaux usées épurées dans le monde et en Algérie.
- Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude périmètre de Nador
- Chapitre 3 : Moyens et méthodes.
- Chapitre 4 : discussions des résultats de possibilités d'irrigation des cultures dans le périmètre de Nador selon les deux hypothèses proposées.



Chapitre I :
Etude bibliographique

1.1 Définition des eaux usées

Eaux usées c'est les eaux ayant été utilisé pour des usage domestique, industrielle ou même Agricole constituant donc un effluent Pollué et qui sont rejeté dans le milieu naturel et dans un émissaire d'égout. (Ramande 2000)

les eaux usées regroupe les eaux usées domestiques les eaux de vanes et les eaux ménagères, les eaux de ruissellement, les eaux industrielles et les eaux usées d'usine (Baumonts et al ,2004)

1.1.1 Les eaux domestiques

Elles proviennent des différents usages domestique de l'eau est essentiellement porteuse de pollution organique. Elle serait partie des eaux ménagères qui ont pour origine les salles de bain et les usines et les cuisines sont généralement chargées de détergent de graisse, de solvant, de débris organique (figure 01).



Figure n° 1 : Eaux usées domestiques. (ONA, 2005)

1.1.2 Les eaux usées industrielles

Issues d'activités industrielles, telles que les eaux de refroidissement. En plus de matière organique azotée ou phosphorées. Elles peuvent contenir des produits toxiques, les solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, et des hydrocarbures. (Ecknfelderw, 1982).

1.1.3 Les eaux de pluie et de ruissellement (pluviales)

Les eaux de pluie ne sont pas exemple de pollution au contact de l'air, elle se charge d'un partie fumée industrielle (figure 02), résidus de pesticides puis en ruisselant, des résidus déposé sur les toits et les chaussées des villes (huile de vidange carburant, résidus de pneus, métaux lourds). Les

eaux pluviales peuvent être collectées en même temps que les eaux domestiques ou bien séparément on parle alors de réseau unitaire ou séparatif.



Figure n ° 2 : nature de la pollution des eaux (Direction de l'environnement Tipaza, 2019)

1.2 Composition des eaux usées domestiques

Elle se répartit en eaux ménagères qui ont pour origine des salles de bain et les cuisines ils sont généralement chargé de détergent, de graisse de solvant, de débris organiques et en eaux de Vannes qui sont les régies de toilette, chargé de diverses matière organique azotée et de germes fécaux. La pollution journalière produit par une personne utilisant 150 à 200 litres d'eau est évalué 90 g de matière organique ou minéral en suspension dans l'eau sous forme de particules.

57 g de matière oxydable .

15 g de matière azotée

4 g de phosphore issus de détergent.

1 à 10 milliards de germes par 100 millilitres. cette composition est extrêmement variable, en fonction de leur origine en terme de concentration elle peut être classique comme c'est indiqué dans le tableau n° 1 . (Fabry J. A et Briscau, 1997) .

1.3 L'impact des eaux usées sur les écosystèmes :

Les écosystèmes sont menacés par la mauvaise qualité de l'eau. La gestion des ressources en eau doit veiller au maintien des écosystèmes Marie Utilisation des eaux usées épurée pour l'irrigation doit sauvegarder la qualité sanitaire et écologique des milieux récepteur ordinaire et la mer.

1.3.1 Impact sur la qualité sanitaire des récoltes :

La salinité est un paramètre essentiel pour juger la qualité de l'eau d'irrigation, la présence de sel dans la zone racinaire diminue le potentiel osmotique des plantes et pour conséquent, leurs capacités à s'alimenter en eau (Stucky enhyd, 2011)

1.3.2 Impact sur la santé de bétail

La stagnation d'eau usée traitée riche en azote sur le sol peut engendrer un impact sanitaire pour les animaux si ces derniers abreuvent de cette eau. (Direction d'hydraulique 2011).

1.4 Système d'épuration

pour pallier au déficit régionaux en eaux conventionnelles et équilibrer le bilan hydrique l'Algérie s'est engagée dans la mobilisation et la valorisation des eaux non conventionnelles, comme les eaux usées urbaines, les eaux de mer, les eaux saumâtres (Souak, 2009).

La plupart des stations d'épuration existantes ou projetées 464 sont situées en amont des barrages. Elles représentent 70% de Total prévu pour 2030 et concernent 23 % du volume total d'eau usée (Souak, 2009).

Le volume global d'eaux usées rejetées annuellement est évalué à près de 600 millions de mètres cubes dans 550 pour la seule agglomération du nord le chiffre passerait à près 1150 mètres cubes à l'horizon 2020 les usages possibles sans théoriquement illimités.

- Irrigation.
- Charge des aquifères.
- Lavage de chaussée. (MEDA water, 2005)

1.4.1 Définition de l'épuration des eaux usées

En assainissement l'épuration constitue le processus visant à rendre aux **eaux** résiduaires la qualité répondant aux exigences de milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution de l'environnement et non de produire de l'eau potable (Meda water, 2005)

1.4.2 Objectif principal de traitement d'eau d'épuration.

C'est de produire des effluents traités à un niveau approprié acceptable de point de vue de risque pour la santé humaine et l'environnement le principe d'une station d'épuration des eaux résiduaires indépendamment du type de traitement réduit la charge organique et les solides en suspension et enlève les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques qui concernent la santé publique (Xanthoulis D, 1993 in Lehtihet, 2015).

1.4.3 Etapes de traitement d'eaux usées début du traitement

Avant le début de traitement passe les au brut pas par location un petit monde au début de traitement les étapes de traitement d'eaux usées Posté de relevage on prévoit une station de relevage afin de relever les eaux usées brutes faire les ouvrages de traitement et cela à l'aide de pompe appropriée (stucky enhd, 2009)

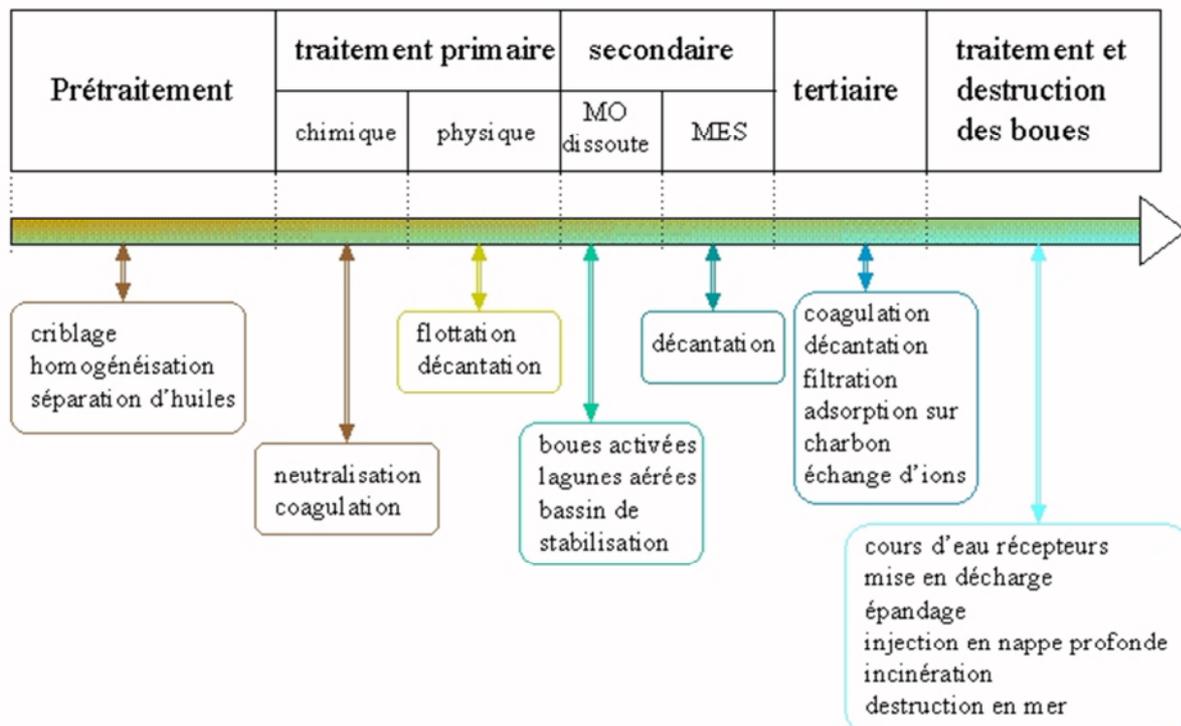
- *Le traitement préliminaire* : enlèvement des solides grossier et d'autre Grants fragments de l'eau usée brute (Benblidia M ,2011)
- *Le traitement primaire*: enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants .
- *Le traitement secondaire* :

Enlèvement de matière organique soluble et les matières en suspension des eaux usées traitées primaire les procédés d'épuration secondaire ou biologiques et procédés biologiques faisant intervenir des micro-organismes aérobie pour décomposer les matières organiques.

- *traitement tertiaire des eaux* :

La désinfection se fait par injection de chlore il est l'oxydant le plus universel. il donne l'élimination des bactéries et des protozoaires le temps d'élimination augmente avec le temps de séjour dans le système d'épuration la gainage l'élimination des parasites pathogènes au cours des opérations de traitement et provoquée par la sédimentation.

Tableau n°01 : Les etapes de traitement des eaux usées . (Benblidia M ,2011)



1.4.4 Avantages et limites de l'épuration de l'eau usée

L'eau usée et d'autres eaux de mauvaises qualités sont importantes dans le contexte de la gestion globale des ressources en eau. En libérant des ressources d'eau douce pour l'approvisionnement domestique et d'autres usages prioritaires. L'eau usée peut avoir des résultats agronomiques positifs surtout lorsqu'ils sont correctement planifier et contrôler, peuvent avoir un impact environnemental et sanitaire positif. (FAO, 2003)

1.5 La réutilisation des eaux usées épurées

La réutilisation des eaux usées n'est pas une pratique récente, certains documents font mention de la première utilisation d'eau usée il y a 2011 ans en Grèce la pratique est également très répandue en Chine depuis des siècles dès la seconde moitié du 19e siècle rassemblement des eaux usées réutilisation en agriculture (figure 03) (GIRE, 2006).

1.5.1 Définition de la réutilisation des eaux usées épurées

La réutilisation des eaux usées, ou recyclage consiste à récupérer des eaux usées après plusieurs traitements, destinées à éliminer des impuretés afin de stocker et d'employer cette eau à nouveau on peut utiliser des effluents traités des villes pour de nombreux usages Irrigation agriculture (arboriculture culture fourragère ou maraîchère privé)



Figure n° 3 : Historique des eaux usées (AGIRE ;2006)

- Industriel : circuit de refroidissement industrie textile
- Usage municipaux : lutte contre les incendies, lavage de voiture
- Production d'eau potable
- Recharge de nappe phréatique, pour lutter contre le rabattement des nappes et la protection contre l'industrie des bisous salés en bord de mer.

1.5.2 La REUE en agronomie

dans le secteur de l'agriculture l'utilisation de l'eau non conventionnelle est une ressource additionnelle pour l'irrigation, de même que les eaux usées épurées sont une source d'élément fertilisant permettant une économie de l'engrais (ONA ,2014) . Les eaux usées contiennent des éléments fertilisants

- (azote, phosphore et potassium) .
- Des oligo-éléments (fer, cuivre, magnésium, zinc)
- Des matières en suspension.

L'arrosage avec des eaux usées constitue une sorte de fertigation, c'est-à-dire l'application combinée d'eau et de fertilisant via le système d'irrigation cette fertigation qui permet un apport fractionné et à faible dose des engrais est aussi bénéfique pour l'environnement car elle évite la pollution des sols et les dépenses au fertilisant. Ces bénéfices de la réutilisation peut être double

- ❖ Au niveau économique car en plus d'une préservation quantitative de la ressource en eau, les agriculteurs font aussi des économies d'engrais.
- ❖ Au niveau écologique, car en plus de la diminution des rejets d'eau dans le milieu la pollution agricole diminue (Faby J .A et Brissaud,1997)

1.5.3 La REUE en industrie

La REUE en industrie peut-être intéressante dans le secteur de l'énergie , dans le circuit de refroidissement fermé ou ouvert particulièrement pour les centrales électriques localisées à l'intérieur du pays loin de la mer. D'autres applications possibles comme l'industrie du papier la production d'acier, de textile, industrie électronique est semis- conducteur, etc. (Benblidia M ,2011)

1.5.4 La REUE en zone urbaine

Il existe de multiples exemples à travers le monde :

- ✓ l'arrosage des parcs, de terrain de sport, le terrain de golf,d'aires de jeux
- ✓ Les bassins d'agrément, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance.
- ✓ Le lavage de voirie .réservoirs anti incendie (Benblidia M ,2011)

1.5.5 La REUE pour la production d'eau potable

- ❖ La réutilisation et directe quand l'eau ne revient jamais dans le milieu naturel ; les eaux épurées sont, directement acheminées de la station d'épuration à l'usine de traitement pour l'eau potable. Ce mode de REUE sans passer par le traitement supplémentaire offert par le milieu naturel est déconseillé. la réutilisation et indirect quand elle consiste à rejeter des Affluents d'une STEP dans le retenue d'un barrage ou à les injecter dans une nappe pour servir des réservoirs naturels avant le traitement. (Stucky . Enhyd, 2011)

La production d'eau potable est l'aboutissement le plus extrême de la réutilisation des eaux usées épurées. Elle a lieu dans les zones arides ou semi- aride.

1.5.6 La REUE et la recharge de nappe

Il existe deux moyens de recharger une nappe phréatique :

- ❖ Par percolation : le principal problème rencontré est celui des algues qui pullulent dans les bassins pour lutter contre le développement des algues, les solutions préconisé sont les poissons, algicide, teindre l'eau pour empêcher la photosynthèse.
- ❖ Par Recharge direct: l'eau est injectée dans la nappe par plusieurs puits. L'eau injectée est un mélange de deux tiers d'eau épurée et d'un tiers d'eau de nappe (Stucky . Enhyd, 2011)

1.6 La REUE dans l'agriculture Algérienne

Le contexte général dans lequel s'opère l'activité agricole est actuellement caractérisé par les aspects suivants :

- Le pays tout entier est en pleine mutation des structures socio-économiques : l'économie de marché doit se substituer progressivement au système d'économie dirigée qui a prévalu pendant trois décennies;
- Le statut foncier des exploitations agricoles n'est pas définitivement arrêté: pour le moment, l'essentiel des terres appartient toujours à l'État qui les met à la disposition d'exploitants privés;
- La faillite du réseau public de distribution des approvisionnements agricoles n'a pas été compensée par la mise en place d'un réseau privé professionnel. Les approvisionnements sont assurés par un ensemble d'opérateurs recherchant des opportunités de marché les plus rémunératrices et qu'on ne peut pas considérer comme de véritables professionnels;

Les libertés introduites, d'une part dans les prix à la production et d'autre part dans le domaine de l'importation, ont conduit à un développement systématique de la recherche du profit ponctuel immédiat, au détriment de l'établissement de relations commerciales stables.

1.6.1 Objectifs à long terme pour le développement de l'irrigation

Le secteur de l'Agriculture considérée comme le principal consommateur d'eau, dont la superficie irriguée est passée de 720 000 ha en 2005 à plus de 1 024 094 ha en 2014, cette croissance a engendrée une augmentation de la demande en eau d'irrigation de 4 Milliards de m³ en 2005 à 6 Milliards de m³ en 2014.

Le programme pour le développement des GPI concerne environ 140 000 ha en projet (12 périmètres) dont 51 000 hectares sont actuellement en travaux d'aménagement (6 périmètres). Sur le programme en cours de réalisation, six nouveaux périmètres d'une superficie totale de 89 830 hectares sont en cours d'étude.

Les potentialités en eau et en sol du pays peuvent permettre, sous réserve de la mise en œuvre d'une politique adéquate, d'atteindre dans une vingtaine d'années un million d'hectares irrigués au niveau national. Plus de 250 000 ha de ces terres irriguées se situent au niveau des régions sahariennes dans lesquelles, la dernière expertise de l'Office du Sahara estime qu'une exploitation raisonnable des nappes fossiles permettrait d'en extraire plus de 5milliards de mètres cubes d'eau par an, sans trop déséquilibrer cet écosystème fragile.

Devant cette situation, accroissement continu du sol irrigué, le recours à l'utilisation des eaux usées épurées est devenu une solution alternative notamment pour les cultures arboricoles et fourragères au niveau des régions à faible disponibilité de la ressource en eau conventionnelle (figure 04).

Pour cela, le Ministère des ressources en eau a engagé, depuis plus d'une décennie, la réflexion sur la réutilisation des eaux usées épurées.



Figure n° 4 : R.E.U.E en agriculture (ONA, 2019)

1.6.2 Stations D'épuration Des Eaux Usées Et Potentialités De REUE

- **État des systèmes d'épuration**

L'infrastructure d'assainissement des eaux usées municipales et industrielles est relativement assez développée en Algérie. En effet, avec un réseau de collecte des eaux usées de presque 50 000 km, le taux de raccordement à l'égout moyen national est estimé, selon le Ministère des Ressources en Eau (MRE) en 2014 atteint-les 89%. On estime à environ 800 hm³ le volume d'eaux usées générées et collectées annuellement.

Ces dernières années, le Ministère des Ressources en Eau (MRE) a entrepris la mise en œuvre d'un important programme d'investissement concernant la réalisation de 159 STEP et la réhabilitation de 15 autres, dont deux en exploitation. Ceci portera le nombre de STEP existantes et en exploitation actuellement à 166 STEP en exploitation et 108 en cours de réalisation.

Ces infrastructures permettront, en fin 2015, d'épurer un volume de plus de 1,3 milliards de m³/an d'eaux usées, soit 34% du volume total des eaux usées collectées. Le graphe ci-après illustre les différents milieux récepteurs des eaux de STEP.

La mise en eau et l'exploitation temporaire des nouvelles STEP, en cours de travaux sous la supervision de l'office national de l'assainissement (ONA), sont généralement déléguées à l'entreprise de réalisation dans le cadre du même contrat de travaux. Pour certaines villes, c'est la gestion déléguée aux sociétés par actions « SPA », telles que : la SEAAL, pour les deux wilayas d'Alger et de Tipaza, SEOR pour la wilaya d'Oran, SEACO pour la wilaya de Constantine et SEATA pour les wilayas d'Annaba et d'El Tarf.

La quasi-totalité des STEP est conçue avec des objectifs de qualité de rejet en milieu naturel et non pour une réutilisation des eaux usées épurées. Faute de normes nationales en la matière, les normes de rejet des eaux épurées sont généralement inspirées des normes européennes ou des bailleurs de fonds internationaux (Banque Mondiale, BEI...).

• Qualité des eaux usées

Les stations d'épuration existantes en Algérie, sont de types Boues Activées et Lagunage. Ces STEP ont pour objectif principal, l'élimination de la matière organique et atteindre un niveau de qualité de rejet dans le milieu naturel acceptable.

Les objectifs à atteindre à travers les STEP de type boue activée ou lagunage

- DBO5: 20 à 40 mg/l
- DCO : 90 à 120 mg/l
- MES : 20 à 30 mg/l.
- PH : 6 à 9
- Cl: 1 à 3 mg/l
- Azote : 50 mg/l
- PO4 : 2 mg/l

Les STEP sont équipées de laboratoires pour le suivi quotidien de la qualité des eaux (Entrée et Sortie) ainsi que la qualité des boues, par des analyses physico-chimiques (DBO5 –DCO-MES-pH) ou encore de l'azote et des phosphates.

Au niveau central, les laboratoires de l'ONA ou celui des SPA (SEAAL, SEAO, SEACO et SEATA), assurera les analyses des métaux lourds.

D'autres paramètres comme la conductivité, les chlorures, les sulfates ou encore les coliformes et les germes pathogènes, et qui intéressent plus les projets de REUE, sont moins souvent analysés.

L'élimination des risques microbiologiques et chimiques est le principal objectif du traitement des eaux usées destinées à être réutilisées. Afin de garantir la protection de la santé publique, il était indispensable de mettre en place des normes et des réglementations strictes et adaptées à la spécificité des différentes cultures en Algérie.

1.6.3 Situation de la réutilisation des eaux usées en Algérie

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages. Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Économique et Environnementale (MRE, 2014).

1.6.4 Critères d'évaluation de la potentialité de REUE

Les critères d'évaluation de la potentialité de réutilisation des eaux usées épurées retenus sont généralement :

- La surface maximale irrigable par les eaux usées épurées (EUE) à moyen ou long terme, notamment l'horizon de saturation de la STEP (2015-2020);
- La proximité par rapport à la STEP;
- La faisabilité du transfert des eaux usées épurées (gravitaire, pompage);
- Les besoins en eau (volume et fluctuations saisonnières);
- La qualité des EUE versus celle exigée par l'usager;
- L'acceptabilité psychologique d'une REUE.(Lehtihet ,2015) .

Les surfaces d'irrigation potentielles identifiées, à proximité des STEP, sont généralement largement supérieures aux surfaces maximales irrigables par les EUE à l'horizon de saturation de la STEP (2015-2020). Ceci nécessitera des études détaillées et choisir avec plus de précision la zone à

irriguer qui devra être identifiée en tenant compte d'autres critères additionnels à ceux mentionnés dans le tableau 02.

Tableau N° 2: Évolution de la surface irrigable par les EUE en hectares pour l'ensemble de l'Algérie

Région hydrographique	Stockage	Surface irrigables par les eaux usées épurées (ha)			
		2004	2010	2020	2030
Algerois - Soummam Hodna	Avec stockage	3363	17405	33435	43724
	Sans stockage	2018	10443	20061	26234
Cheliff – Zahrez	Avec stockage	327	2527	8596	13067
	Sans stockage	196	1516	5158	7840
Constantine - Seybouse Mellegue	Avec stockage	2193	7114	20248	27189
	Sans stockage	1316	4269	12149	16313
Oranie - Chott Chergui	Avec stockage	1310	6275	12409	16039
	Sans stockage	786	3765	7445	9623
Sahara	Avec stockage	147	2968	5778	7367
	Sans stockage	88	1781	3467	4420
Total du pays	Avec stockage	7340	36288	80466	107 385
	Sans stockage	4 404	21 773	48 279	64 431

Source : MRE-2007

A l'échelle nationale, moyennant d'un stockage inter-saisonnier, les eaux usées épurées deviennent une ressource alternative non négligeable qui peut satisfaire les besoins en eau d'irrigation de plus de 100 000 hectares. Parmi ces superficies indiquées, plus de 60 000 hectares sont déjà équipés en grand périmètres irrigués (GPI) et/ou en projet. Les investissements nécessaires seront amortis par une irrigation à grande valeur économique (tableau 3).

Tableau N° 03 : Surfaces irrigables par les eaux usées épurée

Région hydrographique	Stockage	Surface irrigables par les eaux usées épurées (ha)			
		2004	2010	2020	2030
Surfaces occupées par GPI existants ou en projet	Avec stockage	4 611	22 884	46 080	60 596
	Sans stockage	2 767	13 730	27 648	36 358
Nouvelles surfaces à équiper	Avec stockage	2 728	13 405	34 386	46 789
	Sans stockage	1 637	8 043	20 632	28 073

Source : MRE,2014

1.7 Les risques de la réutilisation des eaux usées épurées

1.7.1 Risques sanitaires

Les MES Protège les micro-organismes de beaucoup de traitement, comme les traitements au chlore ou ultraviolet. Il existe donc une compétition entre l'élimination des micro-organismes et la préservation MES on veut d'une utilisation Agricole. Lit tout fait pour l'office international de l'eau: (le métier du concentration importante en matière organique dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destiné à éliminer les germes pathogènes).

Si les MES sont présentés en trop grand nombre, elles peuvent entraîner le bouchage des canalisations et systèmes d'irrigation.

1.7.2. Les risques agronomiques et environnementaux

Il y a un risque de pollution des sols et de diminution du rendement point les pots en élément nutritif nitrate essentiellement et la salinité de l'eau cause de la dégradation des sols sont de premiers importance. Il faut donc trouver de bon équilibre entre le niveau de traitement, les besoins des cultures et la nature du sol. L'utilisation d'eau pour l'irrigation doit donc se faire avec précaution point on retiendra enfin que l'irrigation qui suis un rythme saisonnier, nécessite en général de grand volume de stockage. (Stucky enhad. 2011)

le mode d'irrigation a une influence directe sur le risque : ainsi, l'irrigation souterraine ou gravitaire peut nuire à la qualité des eaux souterraines et de surface. Des contaminations directes peuvent avoir lieu lors de la maintenance de systèmes. L'irrigation par aspersion crée des aérosols qui peuvent être contaminants. Afin de limiter l'impact sanitaire et psychologique de la réutilisation d'eaux usées pour irriguer des plantes destinées à la consommation humaine, les modes d'arrosage dits localisés sont recommandé (tableau 04 et 05).

Tableau n° 04: Niveaux de risques associés différentes cultures irriguées à partir d'eau recyclé

N 1 : Faible risque pour le consommateur mais protection	N 2 : Risque moyen pour les	N 3 : Risque élevé pour les
Requise pour les travailleurs aux champs	Consommateurs et les manutentionnaires	Consommateurs, les travailleurs et les manutentionnaires
Cultures industrielles non destinées à la consommation humaine (coton, sisal, ect ...)	Paturage et fourrages verts .	Toutes les cultures consommées sans cuisson et cultivées en contact avec les eaux recyclées (légumes frais tels laitue, carottes, ect)
Cultures transformées par la chaleur ou séchage avant la consommation (graines, huiles, sucres) .	Cultures pour la consommation humaine qui ne sont pas directement en contact avec les eaux recyclées (arboricultures, vignes, etc) .	Irrigation par aspersion quelle que soit la culture à une distance de moins de 100 mètres des aires résidentielles ou des places Publiques
Légumes et fruits cultivés exclusivement pour la conserve ou autres procédés qui détruisent de façon efficace les pathogènes .	Cultures pour la consommation humaine normalement consommées après cuisson (pommes de terre, betteraves, asperges, etc.) .	
Cultures fourragères et autres cultures destinées à	Cultures pour la consommation humaine dont la pelure n'est pas	

N 1 : Faible risque pour le consommateur mais protection	N 2 : Risque moyen pour les	N 3 : Risque élevé pour les
l'alimentation animale séchées au soleil et récoltées avant la consommation Animale	consommée (agrumes, bananes, noix, etc.)	
	Toutes cultures non identifiées comme haut risque si l'irrigation par aspersion est utilisée	

Source: World Bank, Wastewater irrigation in developing countries: health effects and technical solution ,Technical Paper No. 51, 1986.

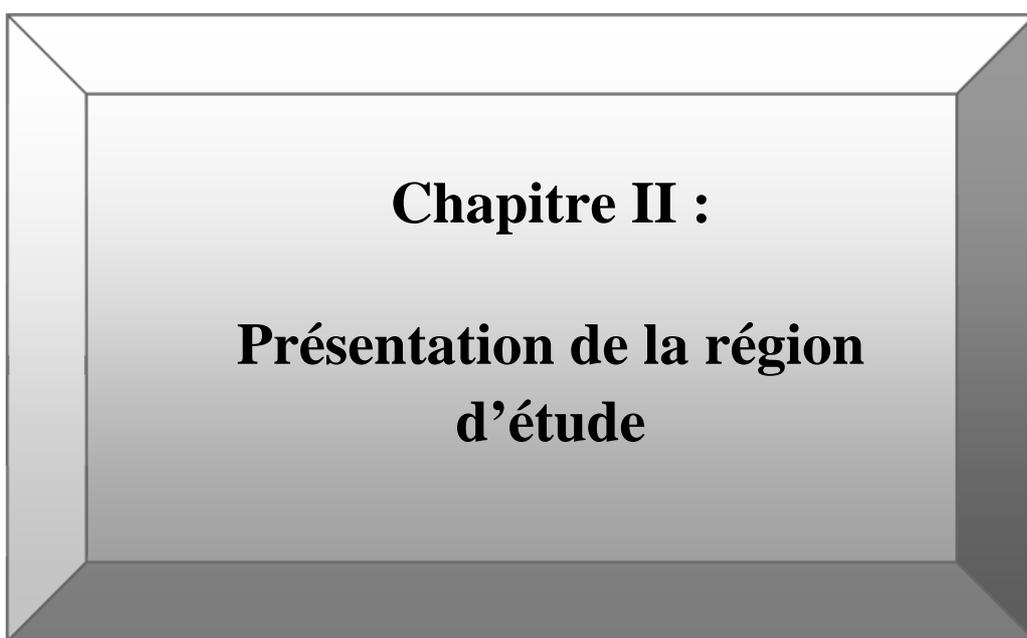
Tableau n° 05 : Réutilisation des eaux usées (niveau de qualité des eaux traitées)

Niveau de qualité des eaux traitées	FREQUENCE D'ANALYSES		
	Paramètres		
	Matières en suspension (mg/l)	Demande chimique en oxygène (mg/l)	Escherichia coli (UFC/100 ml)
A	1 par semaine		
B	1 tous les 15 jours		
C	1 par mois		
D			

(Stucky enhad, 2011)

1.7.3 Réglementation algérienne pour l'utilisation des eaux usées en agriculture

- La loi n°05-12 du 04 Août 2005, relative à l'eau, a institué la concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation (JO n°60-année 2005)
- Le décret n°07-149 du 20 mai 2007 fixe les modalités de concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.
- Les arrêtés interministériel u 02 janvier 2012 qui prennent en application les dispositions de l'article 2 du décret exécutif n°07-149, publiés en Janvier 2012 par le ministère des ressources en eau. (JO n°41) Ces arrêtés fixent :
 - Les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation et notamment en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et les paramètres physico-chimiques
 - La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.
 - La norme Algérienne N°17683 « Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques » est disponible au niveau de l'Institut Algérien de Normalisation IANOR ;
 - La REUE sollicite une coordination étroite entre les différentes structures impliquées dans les opérations de réutilisation à tous les niveaux.



Chapitre II :
**Présentation de la région
d'étude**

2.1 Situation géographique

La wilaya de Tipasa fait partie de la région nord centre fortement urbanisée et polarisante à la fois (figure 05), jouissant d'atouts majeurs économiques, touristiques et naturels, la mettant à l'avant garde du reste du territoire national.

Elle est limitée géographiquement par :

La mer méditerranéenne au Nord

La wilaya de Blida au Sud Est

La wilaya d'Alger à l'Est

La wilaya de Chlef à l'Ouest

La wilaya d'Ain Defla au sud-ouest

Le territoire de la wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1 707 km², soit 0.072% du territoire national, qui se répartit en : Montagnes : 336 km² ; Collines et piémonts : 577km² ; Plaines : 611km² ; Autres : 183 km².

Elle se compose de 28 Communes et 10 Dairates. Sa population est de 630 000 habitants (2013) soit une densité moyenne de 370 habitants au km².

Une seule commune couvre une superficie de 69km², soit 4,05% elle est le chef-lieu de la wilaya du même nom située à 70km à l'Ouest d'Alger. Au Nord elle est limitée par la mer Méditerranée, à l'Ouest par les communes de Nador, à l'Est par la commune d'Ain Taguerait et au sud par Hadjout et Sidi Rached.

La ville de Tipasa a été construite au piedmont du Chenoua qui culmine à 880m d'altitude, à la périphérie Nord-Ouest de la plaine de la Mitidja (figure 05), sur le versant nord du bourrelet côtier formant le Sahel, elle est bordée d'Ouest en Est par les méridiens 2,43°E et 2,48°E, et du Sud au Nord par les parallèles 36,58°N et 36,60°N. L'altitude moyenne de la zone d'étude est de 112m.

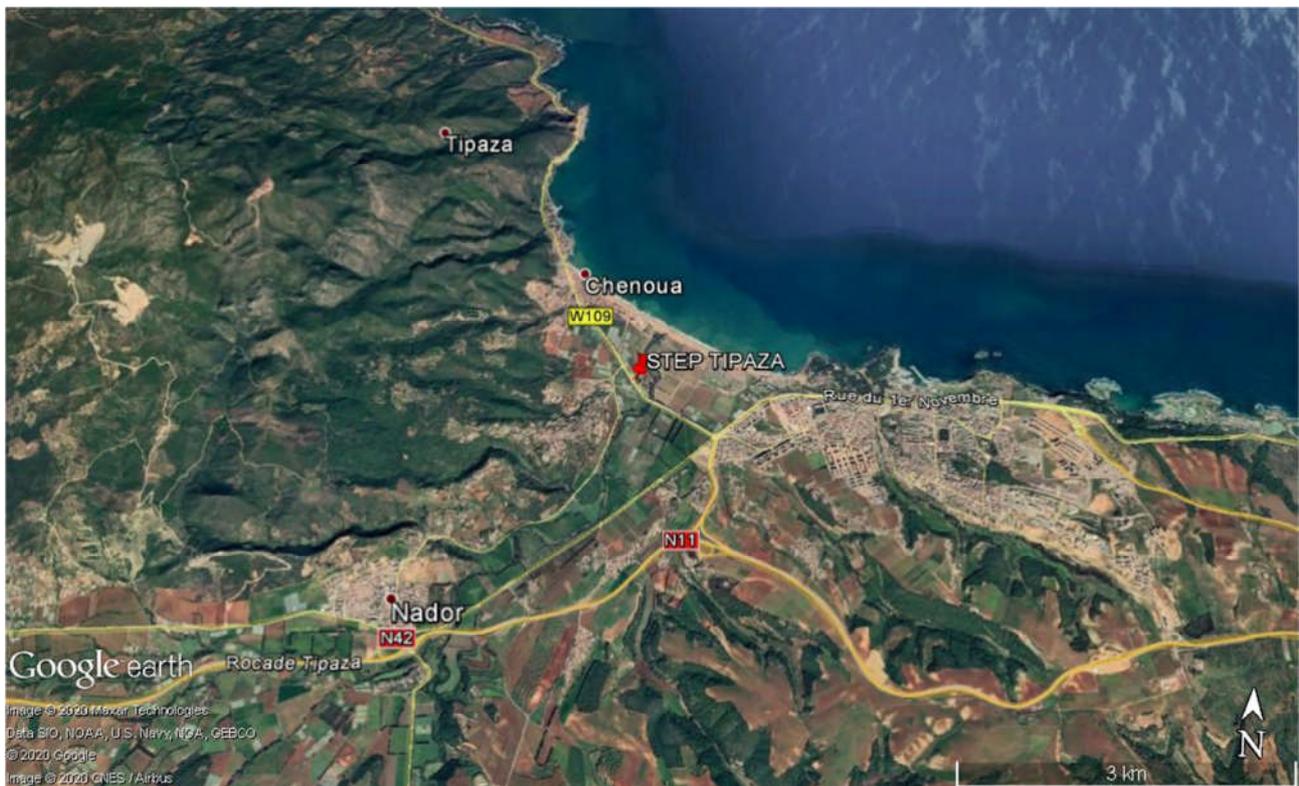


Figure n° 05 : Situation géographique de la zone d'étude.

2.2 Aspect morfo – tectonique du site

La plaine de Tipaza s'inscrit dans une large cuvette qui continue à se glisser et s'enfoncer sous le massif de Chenoua en le soulevant depuis plus de 200 000 ans. Ces mouvements morfo – tectoniques rendent instable le substrat de Tipaza et se forment des zones de ruptures par flexion sur la roche et provoquent des zones d'effondrement en bloc des promontoires côtiers.

La succession des criques et des promontoires est donc conséquence de ces mouvements.

La commune de Tipaza est subdivisée naturellement en trois ensembles géomorphologiques qui sont les suivants (figure 06) :

- ✓ Le massif de Chenoua à l'Ouest.
- ✓ Les contreforts du Sahel à l'Est.
- ✓ La vallée d'Oued Nador

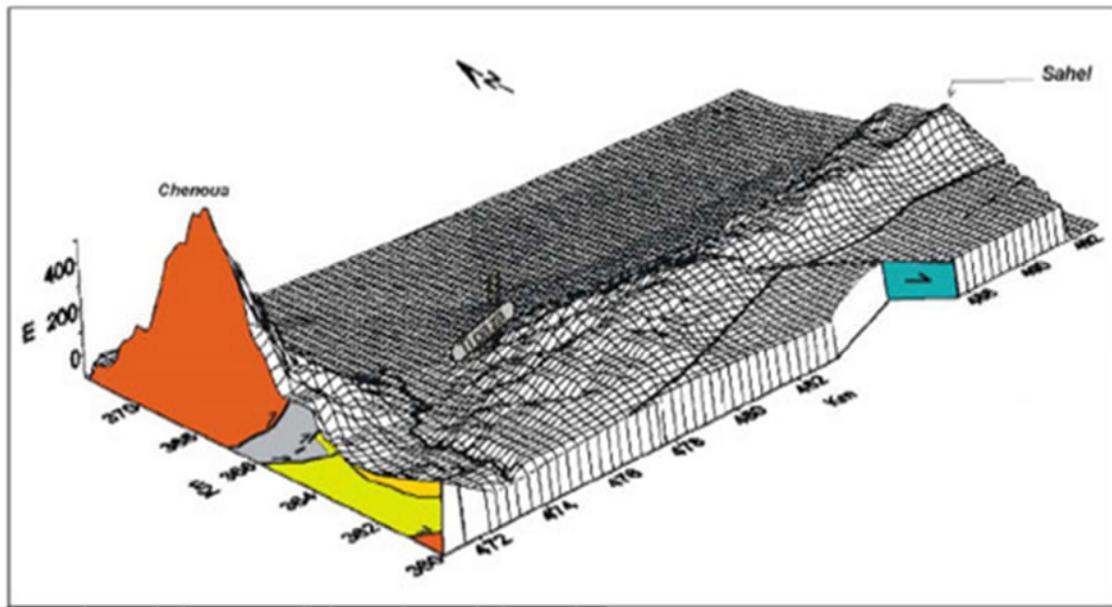


Tableau 06 : températures mensuelles moyennes, minimales et maximales en °C.(ANRH)

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	moy annuel
T _{moy}	11	11,6	13,7	15,2	19,3	23,8	26,6	26,5	23,5	20	14,8	12,3	18,2
T _{moy- min}	6,5	7,8	9,7	11,3	14,9	19,7	21,4	21,6	19,2	15	11,5	9,2	14
T _{moy-max}	15,5	15,6	17,6	19,1	23,7	27,9	31,9	31,3	27,9	25,1	18,1	15,3	22,4

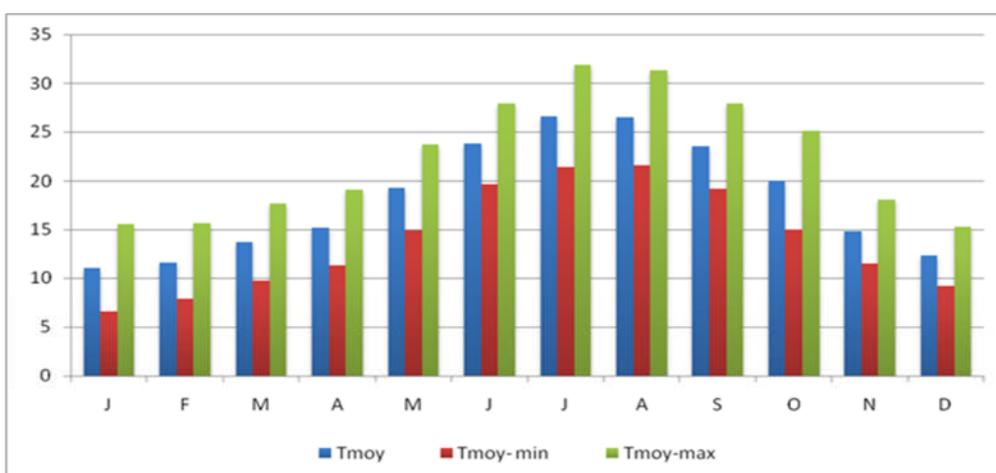


Figure n° 07: Variation mensuelle de la température en °C °.(ANRH) k

2.3.2 Précipitation

L'étude des précipitations constitue un élément essentiel pour l'analyse des ressources en eau, dont la connaissance des pluies journalières et l'intensité maximales est primordiale pour les aménagistes afin de pouvoir dimensionner certains ouvrages hydrauliques comme les égouts, les drains urbains, les caniveaux d'évacuation des eaux pluviales, ainsi que le coût des réseaux de drainage.

La pluviométrie moyenne annuelle du milieu étudié est de 533mm (tableau 07) . Ce dernier reçoit plus de 98% de ses pluies entre septembre et mai. En automne et en hiver, le milieu reçoit une quantité égale de pluie. Néanmoins, la répartition saisonnière est assez irrégulière il pleut moitié moins au printemps qu'en hiver. Et beaucoup moins en été, à peine 6% de la précipitation totale moyenne annuelle .

!

Tableau n° 07 : précipitation mensuelle moyenne et total annuel en (mm).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
Pmoy	29,6	40,2	79,2	83,2	80,1	65,3	54,0	57,7	36,1	3,8	1,4	2,3	533

Source : (ANRH Blida 2006)

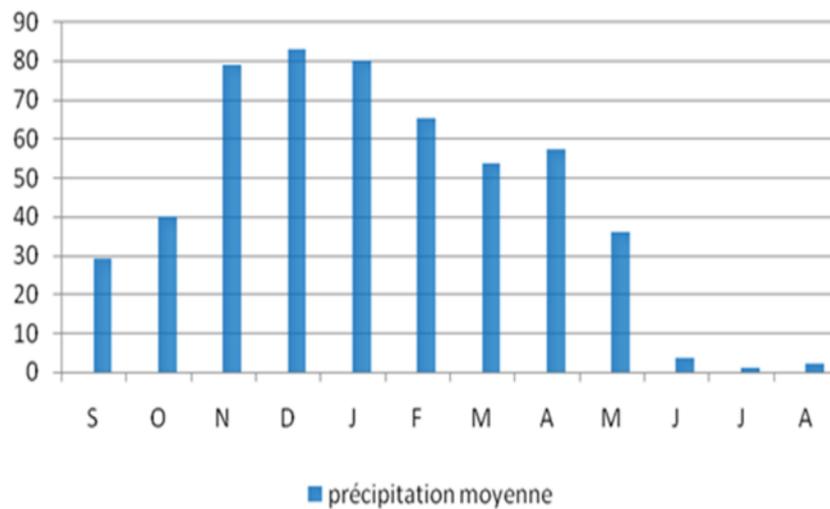


Figure 08 : Précipitations mensuelles moyennes.

2.3.3 Le vent

Les enregistrements des vents dans le tableau 08, donnent les vitesses moyennes mensuelles ces derniers sans préciser quelles sont les directions dominantes et leur occurrence.

Tableau N °08 : Vitesses des vents moyennes mensuelles en (km/h).

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Vmoy annuelle
Vmoy	3,17	2,86	2,57	2,53	5,10	2,27	2,20	2,22	2,66	2,21	2,38	3,03	2,78

Source : (ANRH Blida (1990-2013))

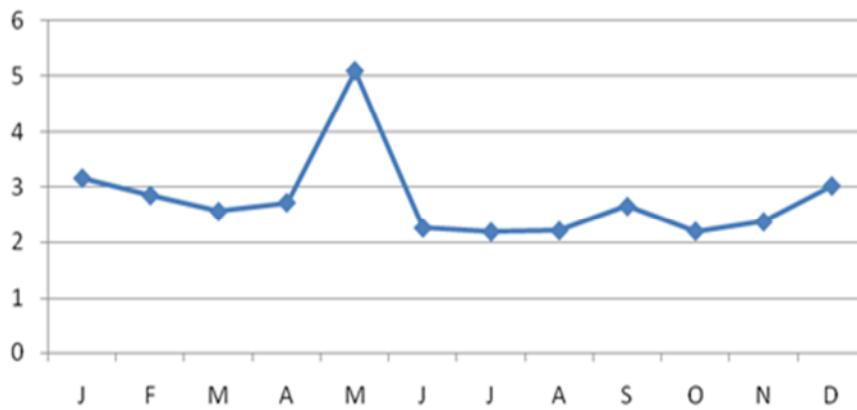


Figure n° 09: Variation de vitesse moyenne mensuelle du vent.

2.3.4 L'évaporation

L'évapotranspiration elle présente des valeurs assez élevées d'Avril jusqu'à Octobre concordant avec la période chaude, pour atteindre plus de 200mm par mois au cours de l'été (tableau 09).

Tableau n° 09 :L'évapotranspiration moyenne mensuelle en (mm).

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	moy
évap	63,1	69,4	107,5	139,0	177,8	213,1	238,4	222,8	177,5	134,9	76,4	64,8	140,4

Source : (ANRH Blida (1990-2013))

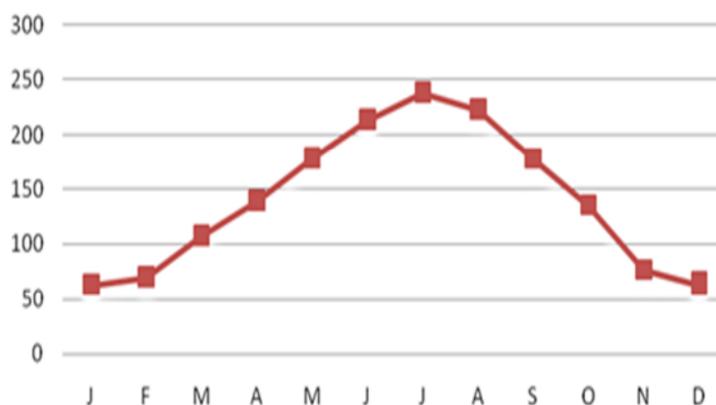


Figure n° 10: Variation de l'évaporation moyenne mensuelle.

2.3.5 Humidité relative

Elle représente un degré de saturation de l'air en vapeur d'eau. La série des données climatique nous a permis de récapituler les résultats présentés dans le tableau 10.

Tableau n° 10 : Humidité relative de l'air mensuel et annuel

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Hr (%)	70	64	57	55	54	45	41	43	55	61	72	74	58

Source (Medjiah et bourahmani ,2014)

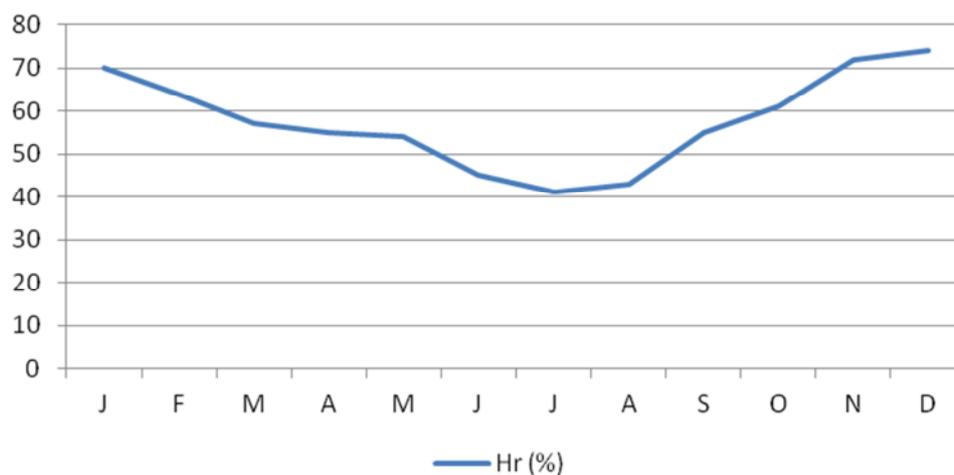


Figure n° 11 : Variation de l'humidité relative de l'air mensuel

2.4 Indice d'aridité ou de DEMARTON

L'indice d'aridité ou de DEMARTON est un paramètre qui permet la classification du Climat afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat. La Formule de DEMARTON (1925) qui exprime l'indice d'aridité; en fonction des Précipitations et de la température s'énonce comme suit

$$A = P / T + 10$$

Avec :

P : Précipitation moyennes annuelles (mm)

T : Température moyenne annuelle (C°)

Cet indice est nécessaire dans la détermination du milieu bioclimatique.

A < 5 % Milieu aride

10<A<20 % Milieu semi –aride

20<A<30% Milieu tempéré

30<A<40% Milieu sub-humide

Tableau n°11 : Indice d'aridité de DEMARTONNE

Paramètres	Pluviométrie	Température	Aridité
Station de Tipaza	533 mm	18 ,2C°	19%

A partir de ces résultats on peut dire:

- Le mois de Janvier est le mois le plus froid avec des températures moyennes qui varient au tour de 11c°.
- Le mois le plus chaud est le mois d'Août, avec des températures moyennes qui varient au tour de 26,5c° .

En ce qui concerne les écarts de températures entre été et l'hiver, ils sont de l'ordre 15, 5 C° .

D'après le tableau n° 11 la région de Tipaza bénéficie d'un climat semi -aride 10<A<20%. Milieu semi- aride. La région d'étude bénéficie d'un climat méditerranéen à été chaud et semi-aride.

2.5 Indice de continentalité thermique

La continentalité thermique, nous prenons celle de «KARNER» :

$$k = (t_0 - t_a) \times 100 / A$$

K = K : Indice de continentalité thermique (%).

* K = 100 % climat océanique

* K = 0 % climat continental

t a : température moyenne d'avril (C°).

t 0 : température moyenne d' octobre (C°).

A : Amplitude thermique annuelle (C°)

Dont: A = température moyenne du mois le plus chaud - température moyenne du mois le plus froid.

Pour notre région on a :

t a = 20 C° Octobre

t o = 15,2C° Avril

K = 30, 96

$$A = 26,5 - 11 = 15,5$$

Le continentalité de KARNER calculé pour le sahel Algérois $K = 30,96\%$, atteste donc de la semi aridité du climat

2.6 Localisation de site d'implantation de la station

Le terrain objet de la présente étude se situe à la sortie de Tipaza, en périphérie Nord-ouest de la ville, à proximité d'Oued Nador sur le chemin de Wilaya (CW169), reliant la ville de Tipaza à Cherchell, sa superficie est de $40819m^2$.

L'installation est classée pour la protection de l'environnement, sa principale tâche c'est :

L'Épuration des eaux d'évacuations sanitaires de la ville de Tipaza afin de préserver le littoral l'enjeu de la ville, sa capacité est équivalente à 70000 équivalent - habitants, son volume journalier est estimé à $11200 m^3/jour$.

Le déversement de la STEP se fait dans l'oued el Nador à l'aide d'un canal venturi (figure 15).

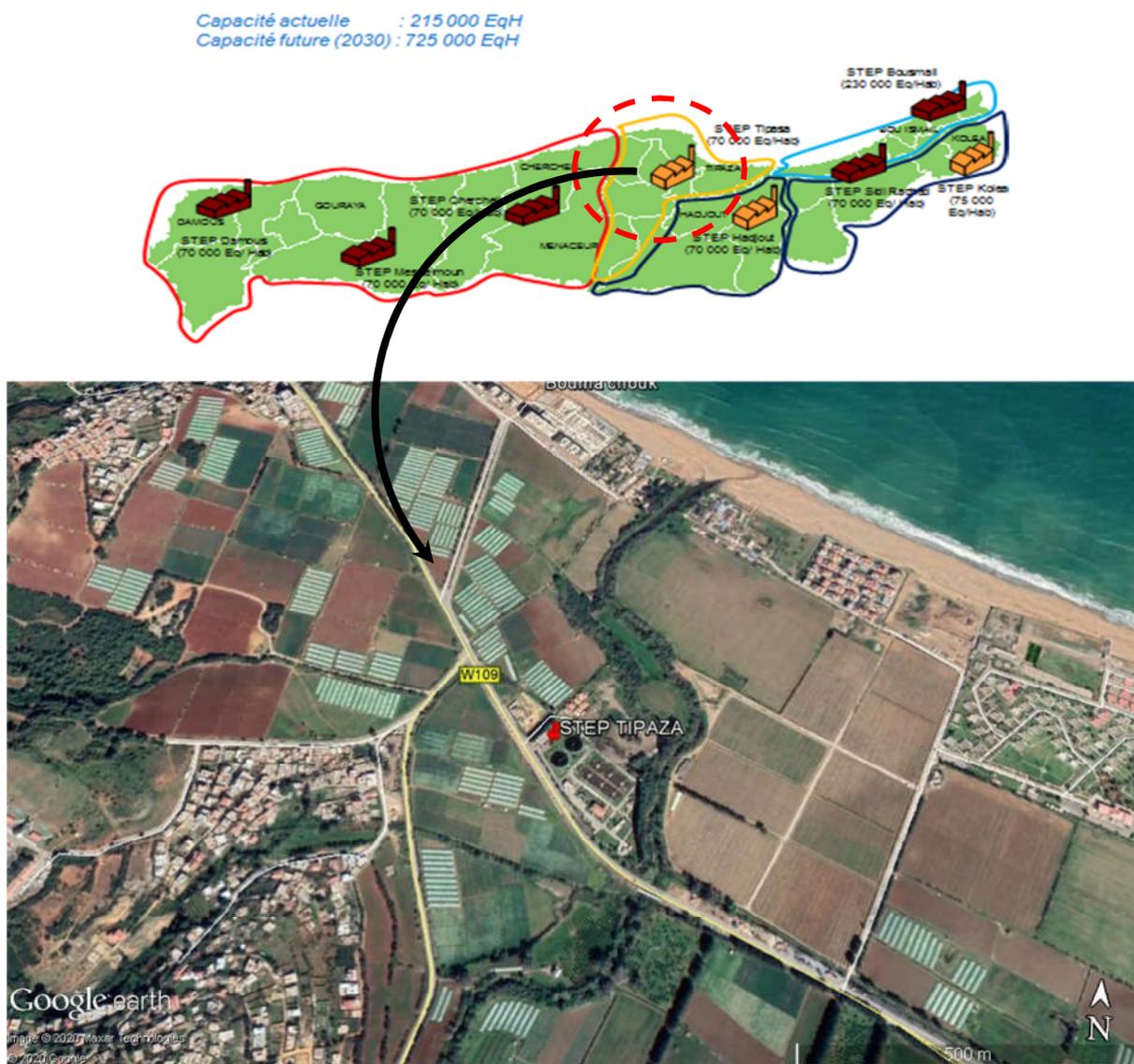


Figure n°12: Situation de la STEP de Tipaza (SEEAL, 2018)

2.7. Occupation du sol

Le milieu étudié est fortement urbanisé (14% de la surface totale) en bord de mer au niveau des ses exutoires, sur une distance de 1400m sur un axe Nord-Sud et de 3700m sur un axe Est-Ouest. L'urbanisation dense cesse brusquement au niveau de la limite de la ville pour laisser place à des cultures agricoles (49%), vergers (2%) et vignes (4%), au milieu de ses dernières se dégage un habitat périurbain (1%). Le long des cours d'eau il y a une forte couverture forestière (22%).

Le BV1 se trouve en zone urbaine, 42% de sa superficie est bâtie, à court terme, sa surface bâtie sera de 89%. Et son couvert forestier sera préservé (11%).

Le BV 2, même s'il est urbanisé sur 21% de sa superficie et compte 1% de zone périurbaine, reste un bassin à vocation agricole avec 60% de sa surface qui est dédiée aux différentes cultures, son couvert forestier est assez remarquable avec une superficie de 18% de sa surface totale.

Le BV3, était recouvert de vignes sur quasiment toute son étendue, aujourd'hui ce sont des terrains expropriés laissés en friche. A court terme il sera urbanisé dans sa totalité.

55% de parcelles culturales, 10% de vignes et de 2% de vergers et couvert forestier assez fort de 31%. Le SBV 4.4, avec moins de 2% d'habitat périurbain, il est à vocation agricole avec 91% de sa superficie dédiée aux cultures et 7% de verger. Le SBV 4.5 est urbanisé sur 47% de sa superficie, les 53% restant sont dédiés aux cultures sous serres et sur parcelles

Le BV5 est totalement urbanisé 93% de sa superficie, avec un couvert forestier préservé de 7%.

2.8. Milieu humain

L'évolution de la population dans le temps est un facteur primordial dans l'estimation des futurs besoins en eau potable ainsi que les rejets des eaux usées.

Nous procéderons dans ce qui suit, à l'évaluation de la population actuelle, ainsi que son évolution dans les années à venir, celle-ci nous servira de base pour la détermination de la capacité de l'installation épuratoire à prévoir, pour faire face aux besoins locaux en matière d'assainissement et d'épuration d'eaux jusqu'à l'horizon considéré.

2.9. Ressources hydriques

Les différentes réalisations enregistrées au niveau de la wilaya et celles à venir devront permettre une meilleure alimentation en eau. En matière de ressources hydriques, la wilaya de Tipaza s'était engagée, depuis quatre ans déjà, dans la concrétisation d'un ambitieux programme pour booster le secteur.

Plusieurs objectifs étaient inscrits dans ce programme, dont l'augmentation des capacités de production afin de satisfaire les habitants en alimentation en eau potable (AEP), mais aussi pour l'irrigation des terres agricoles et satisfaire les demandes des entreprises économiques. Le résultat de ces efforts devrait être perceptible, théoriquement, à partir de 2016. Cependant, le seul problème qui reste posé demeure, malheureusement, l'anarchie qui règne dans la gestion de ce précieux liquide vital pour le développement économique et social. Les réseaux d'irrigation des terres agricoles et de l'AEP, s'ils ne sont pas vétustes, font l'objet d'agressions entraînant par conséquent des fuites et des gaspillages. Les citoyens n'hésitent pas à montrer du doigt SEEAL et les APC pour dénoncer les défaillances. La wilaya de Tipaza compte 10 champs de captage qui débitent quotidiennement 65300 m³ d'eau afin d'alimenter les agglomérations. Un barrage d'une capacité de 125 hm³ est en voie de construction sud à 8 km de la localité côtière de Damous, à l'extrémité ouest de la wilaya. Les citoyens de cette région profiteront de l'apport de

Ce barrage d'un volume annuel de 2,68 hm³ en AEP. Par ailleurs, les habitants de l'extrême est de la wilaya de Chlef (35,36 hm³) et une partie du sud de la wilaya d'Aïn Defla (5,77 hm³) seront également alimentés en eau potable à partir du barrage de Kef-Eddir. Cet ouvrage du secteur de l'hydraulique s'ajoute à celui de Boukourdane (Sidi Amar) d'une capacité de 100 hm³, achevé et opérationnel depuis la fin des années 1990. En plus de ces deux barrages et des dix champs de captage. (DHW, 2015)

2.9.1 Alimentation en eau potable

L'estimation des besoins en eau potable se réalise au moyen de normes (la dotation) affectées aux deux types de besoins pris en considération :

- Besoins de la population en eau potable.
- Besoins des équipements.

- Taux de raccordement : 91%

- Taux de satisfaction : 90%

- Dotation en AEP de la population de la ville de Tipaza est de 146 l/hab/

2.9.2. Le réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement de la ville de Tipaza est unitaire et gravitaire, une conduite de DN1200mm qui véhicule les eaux usées et pluviales de la ville avec un taux de raccordement de 92% à la fin de l'année 2014.

2.9.3 L'environnement

Avec l'augmentation des activités humaines, notre environnement subit de nombreuses agressions physiques causées par les différents aménagements mais également chimiques causées par la pollution.

L'urbanisation qui a conduit à la concentration de l'habitat humain et de l'industrie et de commerce, a entraîné une augmentation exponentielle des quantités de déchets avec une difficulté croissante dans leur gestion.

2.9.4 Hydrographie

Les principaux oueds traversant la région d'étude sont ceux de Bourkika, Meured et Nador.

- Oued meured qui a une direction sud nord ,prend, naissance à 300 mètre d'altitude, il traverse la ville de Hadjout par l'Ouest.
- Oud bourriquait qui est formé par la Confluence de plusieurs oueds dont oud de sidi Moussa et oud azib est de direction sud ouest.

La Confluence de ces deux oueds à la sortie nord de la ville de Hadjout donne naissance à l'oud nador à une altitude de 50 m cet oued continue son cours pour se jeter à la mer.

D'après les cartes topographique de la région et les enquêtes faites sur le terrain auprès des riverains, de la région est assez élevée pour éviter tout risque d'inondation .

- **Pédologique**

L'étude pédologique du sahel algérois ouest couvre seulement 100 hectares de l'aire d'étude cette étude fait ressortir trois catégories de sol.

- ❖ Catégorie 1 elle concernent 60% environ de la partie couverte, elle est caractérisée par une texture fine et une aptitude culturale pour toutes les cultures à l'exception de l'arboriculture à noyer.
- ❖ Catégorie (2). Elle comprend 30 % de périmètre touché elle est caractérisée par une texture fine critère hydro morphie et une aptitude pour toutes les cultures sauf l'arboriculture à noyaux et les agrumes .
- ❖ Catégorie (4). Elle est caractérisée par une texture fine, critère d'hydro Morphée, niveau nappe limitant est aptitude pour toutes les cultures à l'exclure des cultures industrielles et l'arboriculture

2.10 Objectif de l'épuration

L'élimination des différentes pollutions rencontrées dans les eaux usées est obtenue par deux types de procédés :

- ❖ Epuration physico-chimique.
- ❖ Epuration biologique.

a) **Epuration physico-chimique :**

Cette solution ne répondrait que partiellement au niveau de rejet attendu sur l'azote et les matières organique.

De plus cette technique est coûteuse en exploitation et génère des boues non stabilisées en grand quantité, cette solution est d'évidence exclue (figure 16).

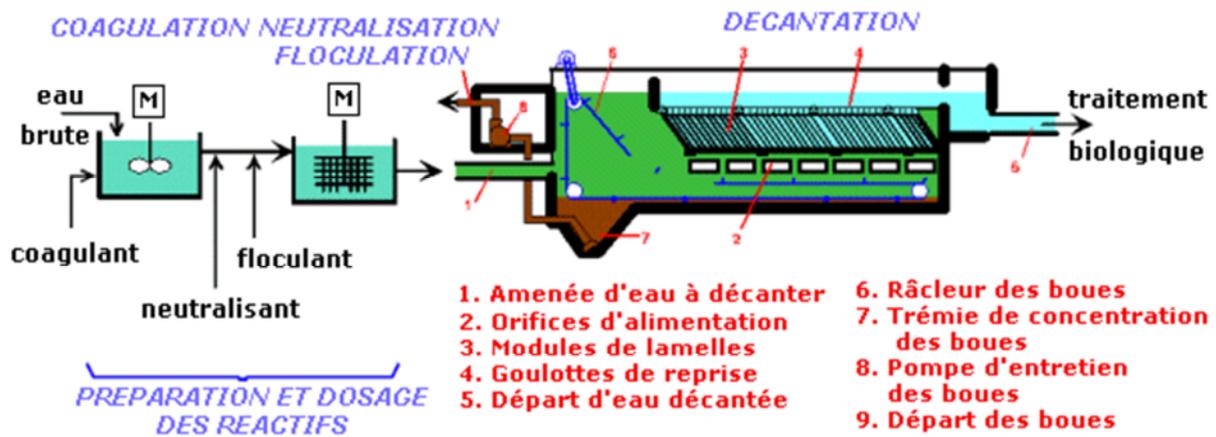


Figure N ° 13 : Traitement physico-chimique. (Lahtihet 2015)

b) Épuration biologique

Une épuration biologique des eaux domestiques est très efficace, permet d'éliminer la majeure partie des matières polluantes organique biodégradable, dissoutes ou dispersées dans l'eau à épurer, on distingue deux types :

➤ **Épuration par voie anaérobie**

Ce type de traitement appelé aussi « digestion anaérobie », elle est utilisée pour les effluents très concentrés en pollution carbonée de type industriel.

Les réactions s'effectuent en absence de l'oxygène, les matières organiques biodégradables se retrouvent après la biodégradation sous forme de méthane (CH_4) et (CO_2).

L'effluent à épurer dans la STEP objet de l'étude, n'est pas de type industriel, ce qui peut justifier l'exclusion de ce procédé dans la station d'épuration des eaux usées de la ville de TIPAZA, d'origines domestiques. (SEEAL, 2018)

➤ **Épuration par voie aérobie**

C'est le procédé le plus souvent utilisé dans l'épuration des eaux usées domestique, il consiste à dégrader les matières organiques grâce à l'action d'une biomasse épuratrice, à laquelle doit être fourni de l'oxygène nécessaire pour son développement.

La biomasse épuratrice est constituée de micro-organismes vivants, elle peut être soit libre (mêlée au milieu aqueux à épurer : boues activées), soit fixée (accrochée sur un support solide à la surface duquel percole l'eau à traiter : lits bactériens, disques biologiques).

Parmi les procédés d'épuration aérobie on distingue :

• **Les procédés extensifs**

Ces procédés ont l'inconvénient d'avoir un temps de séjour assez long d'une part, et la nécessité de grands terrains d'autre part, on peut citer :

➤ **L'épandage :**

L'usage actuel de l'épandage reste restreint, vu ses multiples inconvénients :

- ❖ Nécessite une grande mobilisation de terrain (figure 17).
- ❖ Ne peut avoir lieu que dans les terrains perméables, ce qui exclut les terrains argileux.
- ❖ L'épandage est quasi impossible dans les périodes humides .

➤ **Lagunages :**

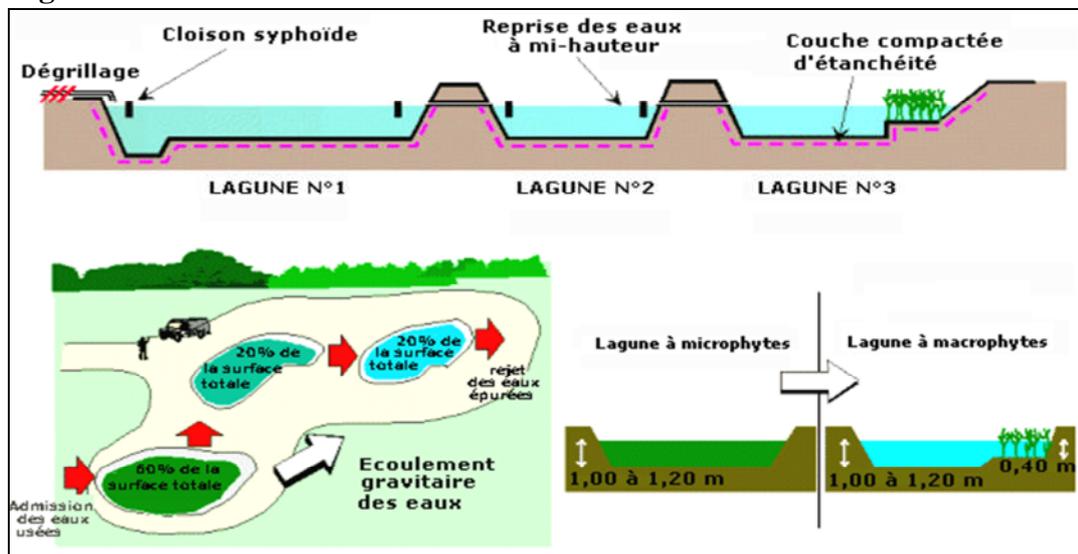


Figure N° 14 : Schéma de lagunage naturel (Lahtihet 2015)

✓ **Avantage**

- Bien adapté au réseau unitaire (charge hydraulique - dilution).
- Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 à 90 % de la DBO, et contribue à une réduction très importante des germes en été.
- Faibles coûts d'exploitation et d'investissement.
- Bonne intégration dans l'environnement.
- Pas de construction en dur.

✓ **Inconvénient**

- Emprise au sol qui est importante.
- Contraintes de nature de sol et d'étanchéité.
- Variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée.
- Long temps de séjour.
- élimination de l'azote et du phosphore incomplète.
- La prolifération de la flore aquatique favorise l'apparition des insectes nuisibles tels que les mouches et les moustiques.
- difficultés d'extraction des boues.
- pas de réglage possible en exploitation.
- sensibilité aux effluents septiques et concentrés.

C'est inconvénients peut justifier l'exclusion de ce procédé dans la zone d'étude.

2.10.1 Choix du procédé d'épuration

Le procédé d'épuration par boue activées demeure actuellement le plus répandu dans le monde et notamment en Algérie et dans la région.

Plusieurs critères pouvant caractériser les différents systèmes de boues activées (tableau 12) tel que :

- ❖ Le rendement épuratoire et la consommation énergétique.
- ❖ La charge massique à la qu'elle ils fonctionnent, qui traduit le rapport entre la masse de pollution à éliminer et la masse de bactéries épuratrice maintenues dans le bassin d'aération.
- ❖ L'âge des boues.
- ❖ La biodégradabilité de la pollution qui traduit sa propriété à être décomposée par les microorganismes.

Tableau n° 12 : Classement des procédés d'épuration par boue activées

Caractéristique	Aération prolongée à faible charge	Faible charge	Moyenne charge	Forte charge	Très forte charge
Cm (kgDBO ₅ /kgMES.j)	0,05 – 0,1	0,10 – 0,15	0,15 – 0,5	0,5 – 1,5	> 1,5
Cv (kgDBO ₅ /m ³ .j)	< 0,32	< 0,4	0,8 – 0,1	1 – 1,5	> 5
Age des boues (j)	> 18	13 – 18	3 – 7	1 – 3	0,3 – 0,7
Concentration (kg/m ³)	4 – 6	3 – 5	3 – 4	2 – 3	< 0,3
Rendement : (%) d'élimination de la DBO ₅	> 90%	90%	80 – 90%	< 80%	

Source (Tamrabet L. 2011)

Et vu :

- ❖ Les avantages qu'il présente.
- ❖ Les inconvénients qui sont gérables.
- ❖ La biodégradabilité des eaux brutes K de notre zone d'étude qui est de l'ordre de $K=1,71 < 2,5$ « l'effluent est biodégradable ».
- ❖ La capacité de la station « **EH=85870** » desservis à l'horizon 2035, qui est moyenne.
- ❖ La faible charge que présente l'effluent de la ville de TIPAZA.
- ❖ Le rendement épuratoire élevé qui est entre **(90 à 95%)**.
- ❖ Age des boues qui est supérieur à **18 jours** « **A_b=23 j** ».
- ❖ La capacité d'élimination de la pollution azotée et de phosphore **(60% à 80%)** selon la destination finale des eaux à épurer.

Donc :

L'épuration des eaux usées domestique de la ville de TIPAZA, par boue activées à faible charge et suivant un procédé d'aération prolongée, est la meilleure solution à envisager, vis-à-vis les critères technique.

Ce procédé se caractérise par (figure 18) :

- ✚ L'admission des eaux prétraitées sans décantation primaire.
- ✚ Les boues obtenues sont en faible quantité stabilisées, avec un âge supérieur à 18 jours, par conséquent, on pourra se passer de la phase « stabilisation des boues ».
- ✚ Le taux d'épuration peut être très élevé (il peut atteindre 95%).
- ✚ Les volumes d'aération et de décantation sont importants en raison de temps de séjour importants.

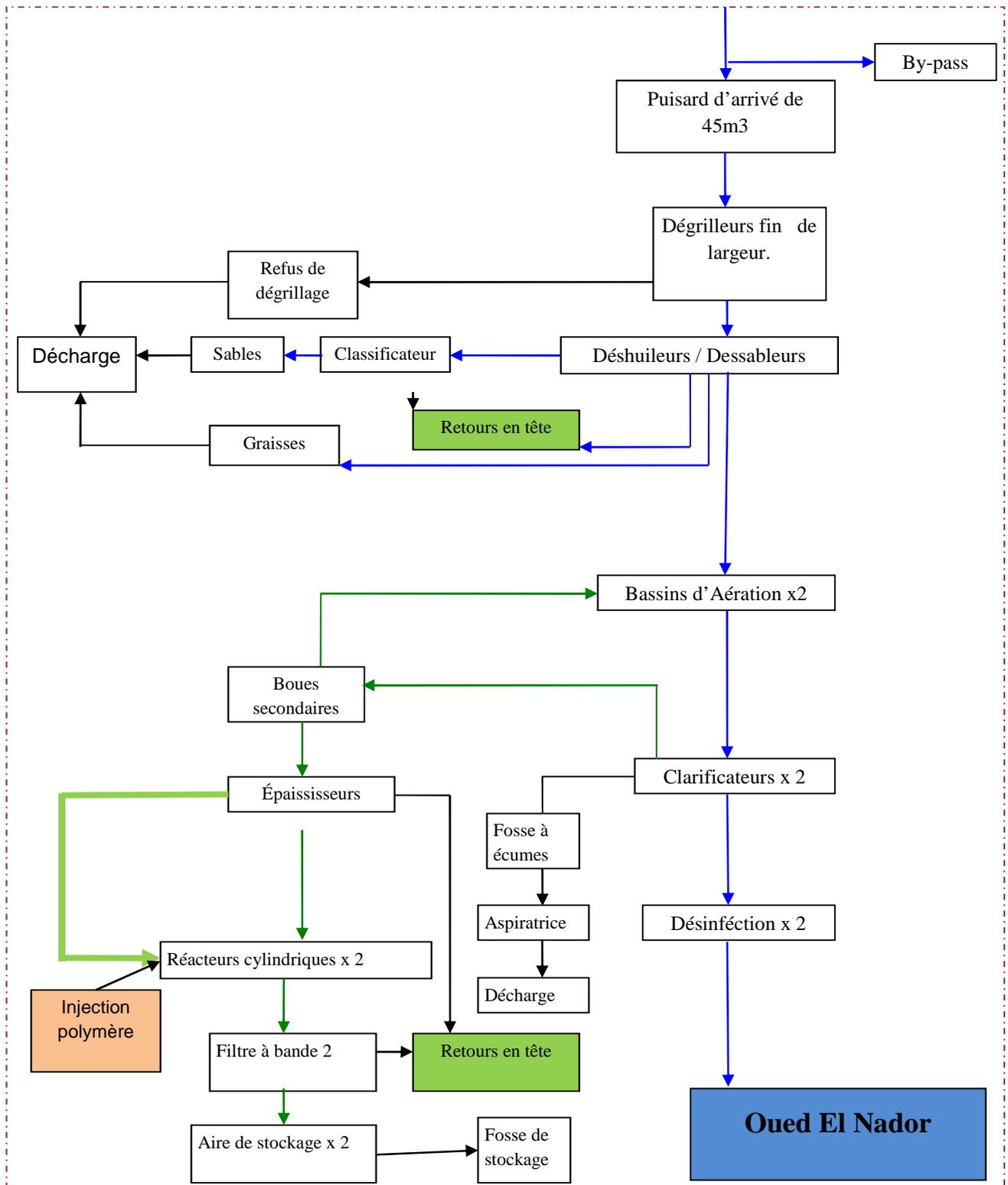


Figure N°15 : Procédé d'épuration STEP Tipaza.(ONA 2018)

- **Qualité des eaux usées épurées de la STEP de Tipaza .**

Le système d'assainissement de la STEP Tipaza (figure 19), était géré depuis sa mise en service par l'Office National de l'Assainissement (ONA), puis cette gestion a été transférée à SEAAL (SPA : Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Alger), le 02 janvier 2012.

Le volume réel entrant à la STEP est de 6 500 m³/j (tableau 13), avec un taux de collecte de 62%. Le système d'assainissement Tipaza, était géré depuis sa mise en service par l'Office National de l'Assainissement (ONA), puis cette gestion a été transférée à SEAAL (SPA : Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Alger), le 02 janvier 2012. (SEAAL in Lehtihet 2015)

L'objectif principal la station d'épuration de Tipaza était conçue pour la protection de l'environnement (oued, nappe et la mer) ainsi que la santé publique par l'élimination de la pollution organique issus des rejets urbains des localités de quatre villes urbaines et semi urbaines : Tipaza , nador ,sidi moussa , et sidi Amar .

- DBO5 < 25 mg/l ;
- DCO < 90 à 120 mg/l ;
- MES < 25 mg/l ;
- pH : 6,5 à 8.



Figure N°16 : STEP de Tipaza (ONA 2018)

2.10.2 Caractéristiques de la STEP

A l'entrée de la station, les MES = 210,90 mg/l -MVS= 130,65 mg/l, les dites teneurs caractérisent la qualité d'une eau usée urbaine à prédominance domestique moyennement chargée,

A la sortie de la station, les MES = 11,30 mg/l - MVS= 10,45 mg/l, ces dernières semblent respecter les normes de rejet exigées pour cette station d'épuration, c'est-à-dire renferment un traitement complet avec nitrification partielle de NH₃ du type « E », elles sont également indiquées en gras et en soulignés.

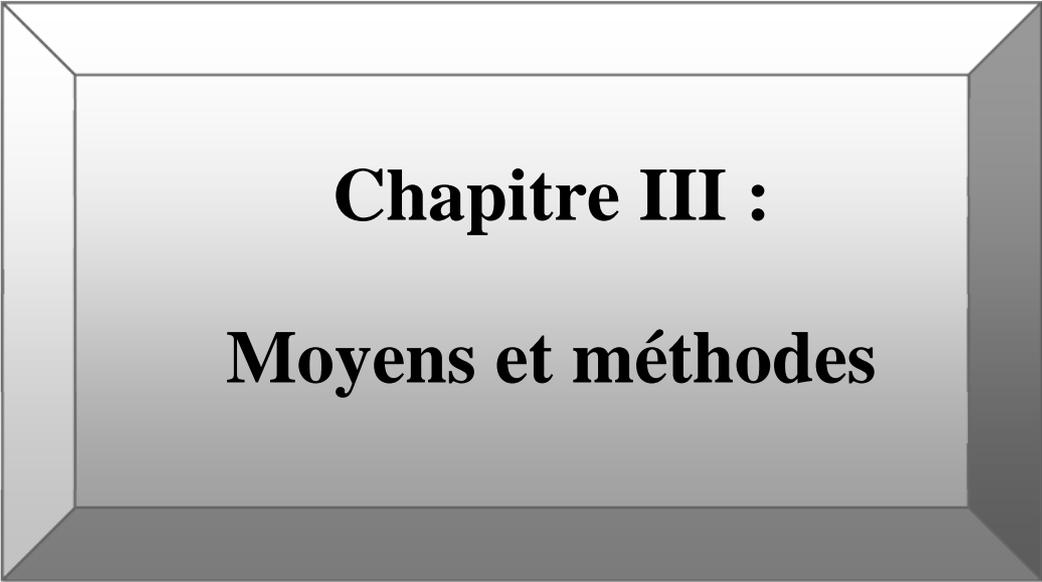
Pour ces dits paramètres chimiques, les rendements épuratoires de la STEP sont les suivants : MES 95,05% - MVS= 91,40% : le rendement épuratoire global de la STEP les concernant avoisine les 92,70%

Le pH moyen de l'eau brute avoisine à l'entrée de la STEP de Tipaza les 7,9 et à la sortie les 7,85. Ce dernier semble satisfaire aussi les exigences recommandées pour la STEP, sont: 6,5 et 8,5.(SEEAL 2018) .

Tableau N° 13: Débit de dimensionnement de la STEP de Tipaza pour différents horizon.

Désignation	Horizon	Horizon
	2010	2020
Capacité STEP (EH)	70 000	105 000
Charge Hydraulique :		
- Débit journalier (m³/j)	11 200	16 800
- Débit moyen horaire (m³/h)	467	700
- Coefficient de pointe (Cp)	1,79	1,72
- Débit de pointe (m³/h)	803	1 176

STEP de Tipaza



Chapitre III :

Moyens et méthodes

3.1. Situation actuelle de l'irrigation à proximité de la STEP Tipaza

La STEP de Tipaza est située à l'Est de l'agglomération de Tipaza. Les eaux usées épurées sont rejetées dans l'oued Nador qui longe la STEP pour être véhiculées dans la mer qui se situe à proximité de la STEP.

Même avant la création de la STEP les agriculteurs avaient l'habitude d'utiliser les eaux non épurées de l'oued pour faire une irrigation à point en période de sécheresse (figure 20) ; les eaux brutes étaient alors utilisées. Depuis la construction, et vu la proximité de la mer, les eaux usées épurées ne sont utilisées que ponctuellement par quelques paysans avoisinants. A l'état actuel il n'existe pas d'infrastructures permanentes pour irriguer à partir des eaux provenant de la STEP. (SEEAL, 2018)



Figure N°17 : les périmètres agricoles situés à proximité de la STEP (Tipaza)

Le tableau 13 donne la répartition des superficies des cultures irriguées dans le périmètre de Nador pour la campagne 2019. On constate une dominance des cultures industrielles suivi par les cultures maraichères et les agrumes, vigne et olivier.

Tableau N° 13 : Superficie des cultures irriguées de périmètre Nador campagne agricole (2019)

Cultures	Céréales	Culture maraichère	Culture industrielles	Agrumes	Olivier	Vigne	Figuier	Divers	Total
Superficie (Ha)	0	75	410,08	62	30	52	5	16	650,08

Le tableau 14, nous renseigne sur le taux des superficies irriguées selon l'origine de l'eau. On constate que plus de 90 % des superficies agricoles sont irriguées par les forages et les puits c'est-à-dire par l'exploitation de la ressource souterraine.

Tableau N° 14: La superficie selon l'origine de l'eau

Puits	60,2 %
Forage	30,3 %
fossé d'assainissement	1,2 %
Oueds	1,2 %

(DRE, Tipaza 2015)

3.2. Besoin en eau des cultures

Pour les principales cultures agricoles qui s'y prêtent le mieux pour une irrigation avec les eaux usées épurées les besoins en eaux ont été calculés et estimés à l'aide du logiciel **Cropwat Version 8**.

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 ET_0

3.2.1 méthodes d'estimation de l' ET_0

L' ET_0 est considérée comme une donnée climatique, ne dépend que des conditions atmosphériques, de l'énergie disponible à la surface évaporant et la résistance aérodynamique de couvert végétal. Ils existent des méthodes expérimentales pour la mesure directe de l' ET_0 , basées sur le bilan hydrique, le bilan d'énergie et la méthode lys métrique. Devant la difficulté de la mise en place de ces dispositifs, différentes formules avec des degrés d'empirisme variables ont été développées depuis ces 50 dernières années pour estimer indirectement cette grandeur à partir de données climatiques. Elles sont classées en 4 groupes selon les paramètres utilisés, parmi ces formules on peut citer :

- Les formules combinées :
- de Penman-Monteith (1963),
- de FAO (1994).
- Les formules basées sur la température : (**Anahr Ammar boudjelal ,2007**)

pour la wilaya de Tipaza $ET_0 = 1243$ selon Penman-Monteith.

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.

d'où

Bn : Besoins nets en eaux d'irrigation en mm

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

R initiale: réserve initiale en eau dans le sol en mm. Négligeable en début de cycle.

Pe : 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:

3.2.2. Calcul de la Pluviométrie efficace "pluie efficace"

En réalité, comme le montre la modélisation du bilan hydrique, seulement une fraction de la pluie tombée (et mesurée au pluviomètre), est réellement utilisable par la plante. Il est donc indispensable d'évaluer cette fraction, d'où la notion de pluviométrie efficace.

Il est cependant assez difficile d'apprécier de façon correcte l'efficacité des pluies qui est liée aux conditions locales. Le plus souvent, les formules d'estimation proposées sont des relations linéaires dont les coefficients varient avec les hauteurs d'eau.

Nous retiendrons un calcul de la pluie efficace basé sur la formule suivante :

- $Pe = 0,6 * P - 10$ cela implique $P < 70$ mm
- $Pe = 0,8 * P - 24$ cela implique $P > 70$ mm

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

Avec:

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

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

ET₀ : évapotranspiration de référence (mm/j).

Parmi les méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, nous retiendrons la formule de Turc. Elle a été mise au point à partir de l'étude de bilans hydriques de nombreux bassins versants Dans le monde entier. Cette formule est adaptée à une estimation régionale de l'évapotranspiration.

$$ETP = 0,013XJ (R_j + 50) (T/T + 15)$$

Avec :

- ✓ ETP évapotranspiration en mm/mois,
- ✓ J nombre de jours dans le mois, = 30
- ✓ T température moyenne sur le mois (°C), 26,5 C°
- ✓ Rg rayonnement solaire moyen (ici mesuré) en cal/cm²/jour. = 303
- ✓ 1MJ/m² = 23.89 cal/cm²

$$ETP = ET_0 = 96,36 \text{ mm}$$

Les résultats de calcul des besoins nets en eau d'irrigation pour chaque culture sont résumés dans le Tableau 28 .

3.3. Superficies potentiellement irrigables à partir de la STEP

Il s'agira d'un exercice plutôt théorique qui ne donnera qu'une idée globale des potentialités théoriques de superficies irrigables.

La STEP Tipaza est située à proximité de la mer, de ce fait l'irrigation des superficies entraîne vite le besoin de pomper les eaux et ainsi donc d'augmenter non seulement les coûts d'investissement mais également les coûts de fonctionnement. Le mètre cube d'eau, même si les eaux usées épurées sont disponibles gratuitement, devrait donc porter un coût assez élevé pour couvrir le fonctionnement. (Lehtihet ,2015)

Du tableau 15, il ressort qu'en utilisant les débits des eaux usées épurées actuellement la STEP et dépendant des cultures choisies les superficies suivants pourront être irriguées : 153 ha pomme de terre à 154 ha de vigne.

Car il est peu probable qu'une seule culture soit pratiquée, le tableau 17, ci-après illustre par culture le potentiel maximale. Avec l'accroissement de la population on assiste à l'accroissement des débits traités donc des superficies irrigables avec ces eaux.

Tableau N °15: Analyse des potentialités théoriques de superficies irrigables

Superficie maximale sans pluviométrie		324	343	194	209					
Mois	STEP	Besoins des cultures								
	Chenoua m3/jr	Chenoua m3/mois	Vigne m3/mois	Vigne ha	Agrumes m3/mois	Agrumes ha	Pommes de terre m3/mois	Pommes de terre ha	Fourragère m3/mois	Fourragère ha
janvier	6,851	205,519	188	1,093	244	843	155	1,326		
février	7,597	227,913	181	1,259	422	540	441	517	333	685
mars	8,223	246,700	256	964	597	413	979	252	826	299
avril	7,480	224,401	325	690	722	311	1,280	175	1,109	202
mai	6,998	209,934	394	533	819	256	1,448	145	1,345	156
juin	6,715	201,451	452	446	874	231	452	446	1,542	131
juillet	6,907	207,217	1,017	204	950	218			1,706	121
août	6,483	194,476	1,271	153	929	209			1,485	131
septembre	6,846	205,367	991	207	724	284			1,372	150
octobre	6,480	194,397	697	279	515	377				
novembre	5,102	153,063	447	342	338	452				
décembre	5,542	166,274	330	505	262	636				
Superficie maximale sans pluviométrie				153		209		145		121

«Source ANRH -2012»

En analysant les besoins en eau pour les différentes cultures et en les comparant avec les données sur les quantités d'eaux usées épurées par la STEP Tipaza (données 2012) les observations suivantes peuvent être faites :

- Les mois déterminants sont entre le mois de Mai et le mois de Septembre ; il s'agit des mois pendant lesquels la pluviométrie est négligeable et les besoins en eau des plantes sont maximales ;
- Les superficies irrigables sont basées sur les quantités d'eau de 2012 ; la capacité maximale de la STEP est supérieure et dépend de la population ; on peut s'y attendre à une augmentation annuelle des volumes d'eaux traitées (nouveaux raccordement à l'égout);
- De manière générale plusieurs cultures sont pratiquées sur les superficies autour de la STEP;
- Les cultures fourragères sont les plus consommatrices ceci est dû également au fait que ces cultures ne se prêtent guère à l'irrigation goutte-à-goutte ;
- Les chiffres illustrés dans les tableaux sont les plus défavorables (pas de pluviométrie et efficacité de l'irrigation prudente) ;
- Les chiffres ne prennent pas en compte la qualité des eaux mais se basent sur le fait que les qualités d'eaux usées épurées satisfassent les critères légaux des normes publiées.

3. 4 Ressources en eau

Le débit moyen en sortie de la STEP était de 5772 m³/j (tableau 16), le débit ne subit aucune variation journalière. Toutefois, compte tenu des coefficients d'évolution mensuelle, le volume effectivement rejeté par la STEP varie chaque mois (tableau 17).

Tableau N° 16: Principale caractéristiques, des stations d'épuration de Tipaza.

Paramètre	Sortie
Débit moyen journalier m ³ /J	5772
Débit moyen horaire m ³ /h	467
Débit de pointe de temps sec m ³ /h	803

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.

Tableau N° 17: variation journalière des débits épurés par la STEP de Tipaza

Mois	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	4617,6	4040,4	4329	4617,4	5772	6349,2	7503,6	8658	6926,4	6349,2	5194,8	4906,2

Les besoins en eau pour le lessivage sont évalués pour les cultures représentatives et pour différents niveaux de rendement (Omeiri, 2014).in (Mehaiguene ,2018) 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 sensible.

3.5 Ressources en sol

L'analyse granulométrique des sols nous a permet de les classer d'après leur texture (tableau 18), et de définir les possibilités d'adaptation des cultures sur Les différents sols. Les sols du périmètre oued Nador sont caractérisés par la prédominance d'éléments fins donc c'est la catégorie des terres fortes, les sols ne sont pas salés et de type (Limoneux – Argileux).

Le tableau 18 montre l'analyse granulométrique de la zone d'étude. D'après le triangle des textures le sol est limono-argileux.

Tableau N° 18: Analyse granulométrique de la région d'étude.

Profondeur (cm)	0 - 30	30 -60	60 -90
Argile %	25,72	19,2	18,2
Limon fin%	28,02	42,58	32,5
Limon grossier%	33,46	34,1	41,51
Sable fin%	9,97	3,24	6,88
Sable grossier%	3,01	0,88	0,61

S :STUCKY ENHYD (2009)

3.5.1. Analyse physique du sol STEP de Tipaza .

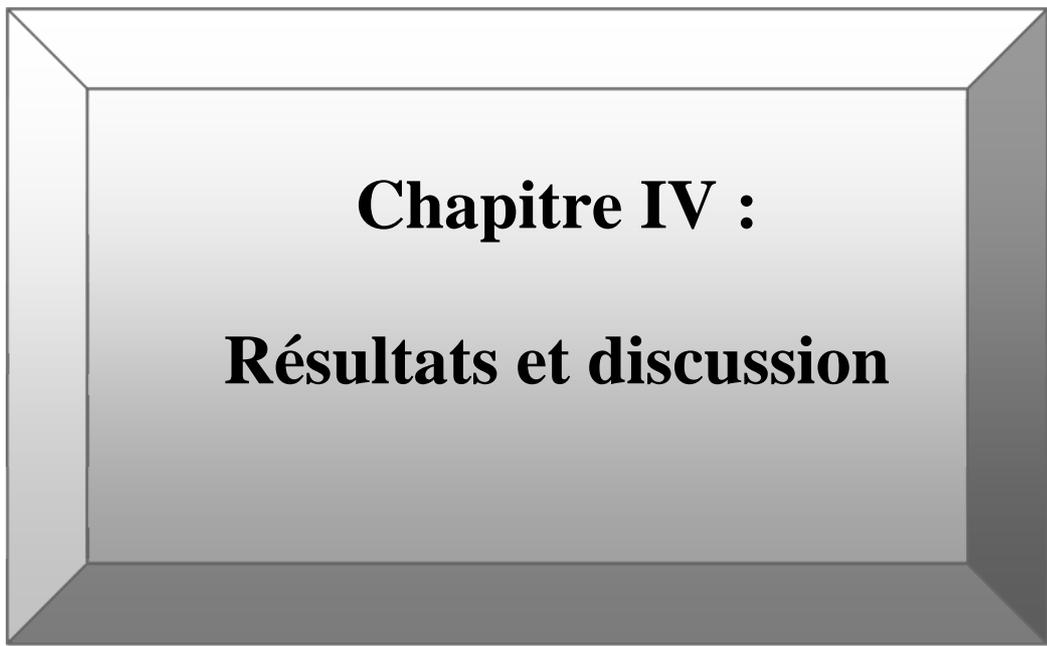
Les eaux usées épurées ont une teneur faible en matières organiques biodégradables (DBO₅=30 mg/l) et peuvent constituer un apport appréciable au sol, compte tenu des volumes importants qu'exige l'irrigation (tableau 19).

en matières organiques par minéralisation surtout dans les régions aride et semi-aride ou 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, in Mehaiguene,2018) .

Tableau n° 19 : Recommandation microbiologique révisé par l’OMS pour le traitement des eaux usées à utilisation Agricole.

Catégories	Conditions de réutilisation	Technique d’irrigation	Coliformes fécaux (nombre/100 ml)	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 dun lagunage tertiaire, soit d’une filtration et d’une désinfection) .
B	Irrigation restreinte céréales, cultures industrielles, fourrage, pâturage et foret .	Par aspersion par rigole d’infiltration ou par gravité	100000 1000 1000	Série de bassins de rétention dont un bassin de maturation ou un traitement équivalent (traitement secondaire conventionnel suivi soit par des lagunage tertiaire, soit une filtration) . Comme pour la catégorie A Comme pour la catégorie A
C	Irrigation localisée sur des cultures de la catégorie B	Gouttes-à-goutte, micro jet .	Pas de norme	Prétraitement nécessaire pour des raisons techniques liées à l’irrigation . Mais pas moins qu’une sédimentation primaire .

(Source : OMS, 2005)



Chapitre IV :
Résultats et discussion

4.1 Ressources en eau

La quantité d'eau épurée est estimée à **5772 m³ /j**. nous prenons deux variantes :

- 1) Première variante : en prenant le volume total épuré de **5772 m³/j** qui peut être réutilisé à des fins agricoles.
- 2) Deuxième variante : 30% seulement du volume total épuré soit 1731m³/j peuvent être réutilisé de manière sûre à pour d'irrigation, à 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

Les tableaux 20 et 21, illustre les résultats des besoins en eau par culture avec et sans pluviométrie. Comme efficacité du réseau de la source jusqu'à la plante pour la méthode goutte-à-goutte 0,90 est prise et pour l'aspersion 0,80. L'aspersion n'est proposée uniquement pour la culture fourragère, luzerne.

Pour faciliter l'estimation de la superficie irrigable à partir d'une STEP les besoins en eaux sont calculés par mois. Deux efficacités de la pluviométrie sont prises en compte ; efficacité qui dépend de hauteur de la pluie 0-4 % pour illustrer les besoins en eaux en cas de manque totale de pluviométrie; le cas le plus défavorable.

Tableau N° 20: Besoins en eaux des cultures avec pluviométrie

Mois	ETo	Pluviométrie	Pluv. Eff.	Vigne		Agrumes		Pomme de Terre Primeur		Pomme de Terre Saison		Luzerne	
	mm/jr	mm/mois	mm/mois	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha
Janvier	1.24	80.0	40.0	-0.77		-0.60		0.01	2	-1.38			
Février	1.81	81.0	40.8	-0.82		-0.09		-1.22		-0.18			-0.47
Mars	2.56	73.0	34.4	-0.38		0.65	215			1.46	488	1.05	372
Avril	3.25	61.0	26.6	0.09	29	1.28	427			2.53	947	2.07	731
Mai	3.94	40.0	14.0	0.72	252	1.99	663			3.39	1,273	3.12	1,101
Juin	4.52	17.0	0.2	1.35	450	2.61	872			3.60	450	4.11	1,449
Juillet	5.00	4.0	0.0	3.05	1,051	2.85	950					4.55	1,606
Août	4.89	6.0	0.0	3.81	1,314	2.79	929					3.96	1,398
Septembre	3.81	35.0	11.0	2.61	868	1.81	602					1.46	1,032
Octobre	2.68	76.0	36.8	0.86	311	0.32	106	0.11	38				
Novembre	1.72	96.0	52.8	-0.42		-0.75		-0.61					
Décembre	1.33	115.0	68.0	-1.28		-1.48		-0.84					
					4,275		4,764		40		3,158		7,689

«Source ANRH » Logiciel estimation des besoins : Cropwat Version 8.

Tableau N° 21: Besoins en eaux des cultures sans pluviométrie

Mois	ET ₀	Pluviométrie	Pluv. Eff.	Vigne		Agrumes		Pomme de Terre		Pomme de Terre Saison		Luzerne	
	mm/jr	mm/mois	mm/mois	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha	mm/jr	m ³ /mois/ha
Janvier	1.24	80.0	0.0	0.56	188	0.73	244	1.34	446	0.62	155		
Février	1.81	81.0	0.0	0.54	181	1.27	422	0.14	45	1.18	441	0.89	333
Mars	2.56	73.0	0.0	0.77	256	1.79	597			2.61	979	2.20	826
Avril	3.25	61.0	0.0	0.98	325	2.17	722			3.41	1,280	2.96	1,109
Mai	3.94	40.0	0.0	1.18	394	2.46	819			3.86	1,448	3.59	1,345
Juin	4.52	17.0	0.0	1.36	452	2.62	874			3.62	452	4.11	1,542
Juillet	5.00	4.0	0.0	3.05	1,017	2.85	950					4.55	1,706
Août	4.89	6.0	0.0	3.81	1,271	2.79	929					3.96	1,485
Septembre	3.81	35.0	0.0	2.97	991	2.17	724					1.83	1,372
Octobre	2.68	76.0	0.0	2.09	697	1.55	515	1.34	447				
Novembre	1.72	96.0	0.0	1.34	447	1.01	338	1.15	384				
Décembre	1.33	115.0	0.0	0.99	330	0.78	262	1.42	474				
					6,548		7,396		1,797		4,755		9,717

«Source ANRH » Logiciel estimation des besoins : Cropwat Version 8.0

4.3. Calcul des 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: 5772m³/j soit 173160 m³/mois

ET₀: on prend la valeur la plus élevée 96,36 mm pour le mois d'Août

Cultures irriguées: les différentes cultures dans le périmètre Nador

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

Les résultats du calcul des superficies irrigables du périmètre Nador par les eaux usées épurées selon la variante 01 sont résumés en Tableau 22.

Selon la première variante, le volume total d'eau épurée de la STEP de Tipaza nous permet d'irriguer une superficie de plus de 200 ha soit plus de 100% (tableau 28) des superficies réelles pour la majorité des cultures pratiquées dans le périmètre de Nador sauf les cultures maraichères notamment tomate et poivron et la viticulture avec une superficie irrigable maximale de 258 ha, l'olivier avec une superficie de 162 ha et les agrumes avec 148 ha (Tableau 22).

Tableau N° 22 : Calcul des superficies irrigables du périmètre Nador, pour la v1 .

Cultures	Ressources en eau m ³ /j	Ressources en eau m ³ /mois	ET ₀ max mm/mois	Kc moy	ETR (mm)	Pluie efficace (mm)	Besoins en eau (mm)	Besoins en eau (m ³ /ha)	Superficie irrigable (ha)
Pomme de terre	5772	173160	9636	0,8	77	38	2926	29260	144
Tomate				0,85	82		3116	31160	160
Poivron/piment				0,85	82		3116	31160	160
Oignon				0,85	82		3116	31160	160
Chou				0,75	72		2736	27360	146
Melon/pastèque				0,7	67		2546	25460	148
Blé				0,75	72		2736	27360	146
Fèves				0,85	82		3116	31160	160
p.pois				0,73	70		2660	26600	147
Pommier/poirier				0,73	70		2660	26600	147
Pêcher				0,8	77		2926	29260	144
Abricotier				0,8	77		2926	29260	144
Agrumes				0,8	77		2926	29260	144
Vigne				0,45	43.36		1648	16480	
Nectarinier				0.8	77		2926	29260	144
Néflier				0.8	77		2926	29260	144
Olivier	0.30	29	1102	11020	162				

▪ Variante 2

30% des ressources en eau soit : 1732 m³/j soit 51960 m³/mois

ET₀: même valeur que la variante 01, soit 96,36 mm pour le mois d'Août.

Cultures irriguées: les différentes cultures dans le périmètre Nador

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

Les résultats du calcul des superficies irrigables du périmètre Nador par les eaux usées épurées selon la variante 02 sont résumés en tableau 23.

Tableau N° 23 : Calcul des superficies irrigables du périmètre Nador la variante 2.

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)	Besoin en eau (m ³ /ha)	Superficie irrigable (ha)
Pomme de terre	1732	51960	96,36	0,8	77	38	2926	29260	23
Tomate				0,85	82		3116	31160	21
Poivron/piment				0,85	82		3116	31160	21
Oignon				0,85	82		3116	31160	21
Chou				0,75	72		2736	27360	25
Melon/pastèque				0,7	67		2546	25460	27
Blé				0,75	72		2736	27360	25
Fèves				0,85	82		3116	31160	21
P.pois				0,73	70		2660	26600	25
Pommier /poirier				0,73	70		2660	26600	25
Pêcher				0,8	77		2926	29260	23
Abricotier				0,8	77		2926	29260	23
Agrumes				0,8	77		2926	29260	23
Vigne				0,45	43		1634	16340	36
Caroubier				0,85	82		3116	31160	21
Nectar nier				0,8	77		2926	29260	23
Néflier				0,8	77		2926	29260	23
L'olivier	0,30	29	1102	11020	41				

D'après les résultats obtenus dans les tableaux 22 et 23 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 ne dépasse guère les 23ha en cas des autres cultures (Tableau 24).
- 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 21) .

- En cas des arbres fruitiers, la ressource en eau ne satisfera que 44 % des agrumes ou 69% de la superficie réelle de la vigne 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 21).Selon une étude projetée en 2011 au niveau de périmètre irrigué de Nador effectuer par l'aménagement hydro agricole de périmètre la superficie des agrumes arrive à 185 ,07 et la vigne 132,20 l'an 2020

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 N °24 : 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	9.00	144	1600 plus100	23	Plus 100
Tomate	35.00	160	Plus 100	21	60 %
Poivron	37.00	160	Plus 100	21	57 %
Piment	29.00	160	551 plus 100	21	72 %
Oignon	15.00	146	973 plus 100	25	166
Chou	16.00	148	925 plus 100	27	168
Melon/pastèque	19.00	146	768 plus 100	25	131
Fèves	11.00	147	Plus 100	25	Plus 100
P.pois	13.00	147	Plus 100	25	Plus 100
Pommier/poirier	6.00	144	Plus 100	23	Plus 100
Pêcher	3.00	144	Plus 100	23	Plus 100
Abricotier	9.00	144	Plus 100	23	Plus 100
Amendier	9.00	144	Plus 100	23	Plus 100
Carrobier	2.00	60	Plus 100	21	Plus 100
Nectarinier	5.00	144	Plus 100	23	Plus 100
Neflier	1.00	144	Plus 100	23	Plus 100
Agrumes	62.00	148	Plus 100	27	44 %
Vigne	52.00	258	Plus 100	36	69 %
Olivier	30.00	162	540 plus 100	41	136 plus 100

D'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 toutes 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).

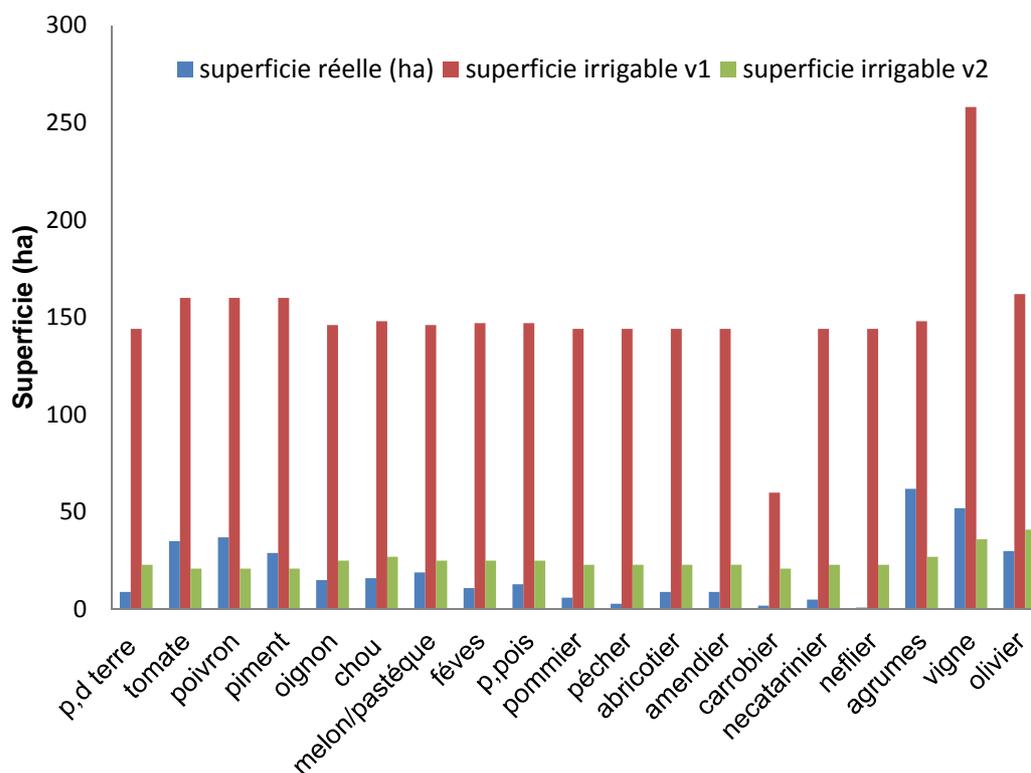


Figure N° 18 : comparaison entre les superficies irrigables et réelles pour la variante 1 et 2.



Conclusion générale

Les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau au même titre que les eaux superficielles et souterraines. En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³, dont quelque 550 millions de m³ correspond aux agglomérations de taille supérieure 50 000 habitants (MRE, 2003). Actuellement la surface irriguée de périmètre Nador est estimée à 2205,800 ha, soit 79% de la superficie agricole utile.

A travers la comparaison entre les superficies irrigables et réelles du périmètre Nador 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 Nador.

En cas du maraîchage cette ressource couvre les besoins de 60% de la surface réelle occupée par la Tomate, et 57% de poivron , 72% de piment .

Le même volume épuré ne peut irriguer que 42% de la surface réelle d'agrumes. Alors que cette ressource satisfait 69% de la superficie cultivée en Vigne. Bien que pour les rosacées a noyaux et l'olivier, 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 Nador 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 a 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.

En matière institutionnelle et réglementaire

- La mise en place d'un réseau multisectoriel (agriculture, santé, hydraulique, environnement, intérieur, etc...) pour la prise en charge de la problématique de l'utilisation des eaux non conventionnelles pour l'irrigation et la création d'une banque de données capitalisant l'ensemble des expériences nationales et internationales en la matière ;

- L'implication de tous les partenaires de la manière la plus complète et la plus transparente de sorte que chacun trouve son intérêt ;

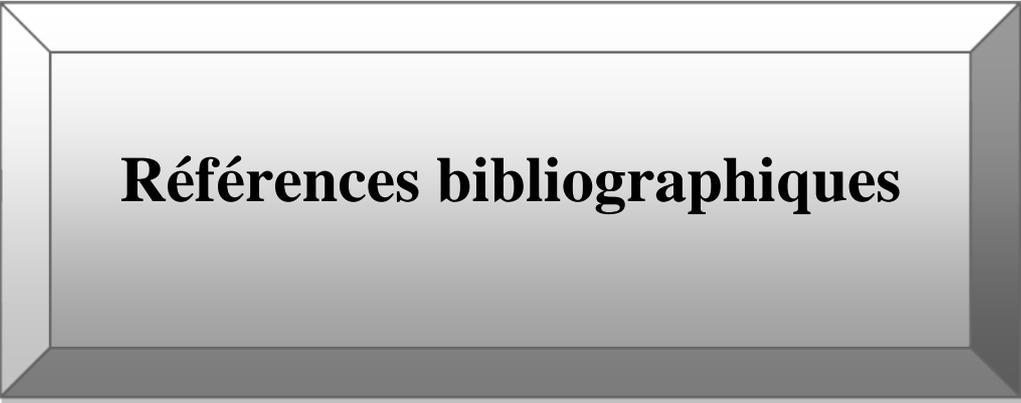
- L'application du code des eaux et de la loi relative au prétraitement des eaux industrielles avant leur déversement dans des stations d'épuration et les oueds ;

- D'assurer un suivi régulier et durable de la qualité des eaux usées épurées ;

- D'encourager le mouvement associatif en vue de la création d'associations d'agriculteurs utilisateurs des eaux usées épurées.

- Encourager les programmes de recherche à mener en adéquation avec les contraintes rencontrées (liées à la santé humaine, animale, végétale, à la préservation des ressources naturelles et de l'environnement) et les objectifs de développement socio-économique.

- Encourager le secteur privé à investir dans le traitement des eaux usées.



Références bibliographiques

Ammar Boujellal A et Bammoum Riad . (2019) : Determination des besoins en eau des cultures à l'aide de l'ogiciel cropwat 4.3 dans la wilaya de Tipaza . Mémoire Ingenieur d'état en agronomie .

Asano T. (1998), Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library,1475p.

Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. (2004), Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A. (2004), Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.

BENBLIDIA M. (2011). L'effcience d'utilisation de l'eau et approche économique. Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, Etude nationale, Algérie, 2011, 9-12. FAO (2003). Irrigation avec des eaux usées traitées, Manuel d'utilisation, FAO, 2003 73p.

Boumediene A, (2013) bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la STEP AIN EL HOUTZ). Mémoire de licence en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.

Chellé F., Dellale M., Dewachter M., Mapakou F., Vermey L. (2005), L'épuration des eaux: pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15 pages.

Desjardins R. (1997), Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 303p.

Direction d'aménagement hydro agricole du secteur 4du périmètre sahel Algérois ouest irrigué à parabletir des eaux usées des STEP de Hadjout et de Tipaza .Février 2009

Direction d'aménagement hydro agricole du secteur 4du périmètre sahel Algérois ouest irrigué à parabletir des eaux usées des STEP de Hadjout et de Tipaza .Février 2009 .

Direction de l'environnement. (1990), *Les stations d'épuration d'effluents domestiques.* Ed. Ministère de l'intérieur. 24p.

Eckenfelder W.W. (1982), Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris, 503p.

Edline F. (1996), L'épuration physico-chimique des eaux.3eme édition. Ed. CEBEDOC, Paris, 283p.

ENHYD (1994) Etude agro pédologique de l'aménagement hydro- agricole du sahel algérois.

Faby J.A., Brissaud F. (1997), L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, 76 pages.

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.

FAO. (2002), The use of treated wastewater (tww) in forest plantations in the neareastregionNeareastforestry commission (fifteenth session), 5 pages.

AGIRE (2006) : REUTILISATION DES Eaux usées traitées TUNISIE.

STUCKY ENHYD (2011) : Impact du projet sur l'environnement et évaluation économique et financière. Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur 4 du périmètre sahel Algérois ouest irrigué a partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza.

J O n° 41 arrêté interministériel de 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées a des fins d'irrigation.

Lahtihet L. . (2015), Réutilisation des eaux usées épurées des fin agricole STEP Chenoua Tipaza.

Lazarova V. (1998)., Rôle de la réutilisation des eaux usées pour la gestion intégrée des ressources. L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, n° 227, p. 147 – 157.

Lazarova V. (1998)., Rôle de la réutilisation des eaux usées pour la gestion intégrée des ressources. L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, n° 227, p. 147 – 157.

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.

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.

Lehtihet L. (2015) : Valorisation agricole des eaux usées épurées STEP Tipaza ,mémoire de master .

M Ferchichi, A Ghrabi and A Grasmick (1994): Epuration d'eau usée urbaine par bio disques et lit bactérien .Water research, volume 28, February, pages 437-443

Mehaiguene Madjid, Touhari Fadhila, Rahmouni Abdelwahab . Réutilisation des eaux usées épurées de la STEP d'Ain Défila à des fins agricoles . **SAGREN Vol 02, No 01, pp 26-40, Janvier 2018 .**

MONDE.J"Mémento technique des eaux", condition des rejets des effluents urbains . Tome I. Edition DEGREMONT Paris (1989).

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°5 (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.

Puil C. (1998)., La réutilisation des eaux usées urbaines après épuration. Mém. D.U.E.S.S.

Rahmouni A. Mehaiguene 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.

Ramade F. (2000, Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p. Rodier J. (1984)., Analyse de l'eau: Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Ed. Dunod Bordas. Paris, 7eme ed, 1365p.

STUCKY ENHYD (2009) : Etude d'aménagement hydro- agricole du secteur 4 du périmètre sahel Algérois ouest irrigué a partir des eaux usées épurées des STEP de Hadjout et de Tipaza (Ressources en eau)

Skiredje A. (2005)., Besoins des plantes en eau et en éléments nutritifs. Département d'Horticulture, Maroc, 10p.

Souak f/z . (2009) La politique de l'eau en Algérie valorisation et développement durable .
Tamrabet L.(2011) : Contribution a 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
Xanthoulis D. (1993)., Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau n° :563/3. Ed. CEBEDOC, pp: 27-32.

Webographie

<http://www.hc-sc.gc.ca>
<http://www.cieau.com>
http://perso.wanadoo.fr/bernard.pironin/aquatech/index_1.htm
<http://www.fao.org/docrep/005/t1680f/T1680F08;htm>
<http://www.ville.laval.qc.ca/>
<http://crdp.ac-besancon.fr/ressourc/flore/index.htm>
<http://www.treecanada.ca/programs.htm>
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Chlorophylle>



Annexes

SUIVI EVALUATION PNDA/PROGRAMME DE RELANCE ECONOMIQUE1.1- SURFACE AGRICOLE TOTALE (ha)

Type de surface	4 ^{ème} trim 2018	1 ^{er} trim	2 ^{ème} trim	3 ^{ème} trim	4 ^{ème} trim	Total 2019
SAU: En sec	57459	56498	54359	55359	55180	35999
SAU: En irrigué	4340	5301	7440	6440	6619	25800
Total SAU	61799	61799	61799	61799	61799	61799
Forêt : Naturelle	40315	40315	40315	40315		
Forêt : Maquis	0	0	0	0		
Forêt : Reboisement especes forestières	0	0	0	0		
Forêt : Reboisement especes fruitieres	0	0	0	0		
Forêt : Vides	0	0	0	0		
TOTAL FORET	40315	40315	40315	40315	0	0
Alfa	0	0	0	0		
Parcours	8157	8157	8157	8157		
Autres						
TOTAL SAT	69956	69956	69956	69956	61799	61799

1.2- NOMBRE D'EXPLOITATION

Type d'exploitation	2018	1 ^{er} trim	2 ^{ème} trim	3 ^{ème} trim	4 ^{ème} trim	Total 2019
EAC	1275	1275	1275	1275	1275	
EAI	767	767	767	767	767	
Privés	5826	5826	5826	5826	5826	
Fermes Plotes	8	8	8	8	8	
Concessions	0	0	0	0	0	
Autres	62	62	62	62	62	
Concession forestière	121	121	121	121	121	
Concession GCA	3	3	3	3	3	
TOTAL	8062	8062	8062	8062	8062	0

1.3-SUPERFICIE IRRIGUEE-RESSOURCES HYDRIQUES

1.3.1-Ressources	2018		1 ^{er} trim		2 ^{ème} trim		3 ^{ème} trim		4 ^{ème} trim		Total 2019	
	Nombre	Debit	Nombre	Debit	Nombre	Debit	Nombre	Debit	Nombre	Debit	Nombre	Debit
Hydrauliques												
Barrage en m3	1		1		1		1		1			
Retenue collinaire en m3												
Ced en m3												
Total volume en m3	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Puit Vs	2314	5729	2396	5869	2396	5869	2421	5147	2421	5367		
Forrage en Vs	711	5479	772	5554	772	5554	747	5532	747	5554		
Autres	446	411	492	410	492	410	392	400	361	395		
TOTAL	3471	11619	3660	11833	3660	11833	3560	11079	3529	61302	0	0

1.32-IRRIGATION GRAND PERIMETRES -unité (ha)

Irrigation GP	2018	1 ^{er} trim	2 ^{ème} trim	3 ^{ème} trim	4 ^{ème} trim	Total 2019	Ecart 2018/2019
Gravité	0	0	20	0	0	20	
Aspersion	233	56	127	150	430	763	
Localisé	1916	10	527	421	125	1083	
TOTAL Irrigation GP	2149	66	674	571	555	1866	

1.33-IRRIGATION PETIT ET MOYEN HYDRAULIQUE-unité (ha)

Irrigation PMH	2018	1 ^{er} trim	2 ^{ème} trim	3 ^{ème} trim	4 ^{ème} trim	Total 2019	Ecart 2018/2019
Gravité	1000	150	775,5	1914	1050	3889,5	
Aspersion	1190	1770	745	325	1480	4320	
Localisé	1	3315	5245,5	3630	3534	15724,5	
TOTAL IRRIGATION P	2191	5235	6766	5869	6064	23934	0

1.34-TOTAL IRRIGATION GP+PMH-unité(ha)

Total Irrigation	2018	1 ^{er} trim	2 ^{ème} trim	3 ^{ème} trim	4 ^{ème} trim	Total 2019	Ecart 2018/2019
Gravité	1000	150	795,5	1914	1050	3910	
Aspersion	1423	1826	872	475	1910	5083	
Localisé	1917	3325	5772,5	4051	3659	16808	
TOTAL IRRIGATION GP+PMH	4340	5301	7440	6440	6619	25800	0

DSA TIPAZA

2-PROGRAMMES DE MISE EN VALEUR-unité(ha)

	2018			1 ^{er} trim			2 ^{ème} trim			3 ^{ème} trim			4 ^{ème} trim			TOTAL 2019	
	engagés	en cours	réalisés	engagés	en cours	réalisés	engagés	en cours	réalisés	engagés	en cours	réalisés	engagés	en cours	réalisés	engagés	en cours
Concessions	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FNRDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDARS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PPDR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3-PROTECTION DES RESSOURCES NATURELLES

3.1- PLANTATIONS FORESTIERES ,PASTORALES ET MISE EN DEFENS-unité(ha)

	2018		Nouvelle Plantation 2019					Ecart 2018/ 2019
	Réalisé	Cumul Potentiel	1 ^{er} trim	2 ^{ème} trim	3 ^{ème} trim	4 ^{ème} trim	Total 2019	
Mise en defens	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantations pastorales	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantations Forestières	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantations HCDS	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantations DGF	0	0	0	0	0	0	0	0

R.D.FIL:R.D.F Plantations Phoenicoles							
PNR:PNR Plantations Fruitières (Forets							
PNR:PNR Plantations Viticoles							
PNR:PNR Plantations Phoenicoles							
PPDRI plantations fruitières	0	181	96,96				
PPDRI Plantations Viticoles							
PPDRI Plantations Phoenicoles							
HP:HP Plantations Fruitières	149,5	100,55	98,79		467,73		
HP:HP Plantations Viticoles	48,5	14	5		35,8		
HP:HP Plantations Phoenicoles							
Total Arboriculture Fruitières	149,5	281,55	195,75	0	467,73	945,03	
Total Viticulture	48,5	14	5	0	35,8	103,3	
Total Phoeniculture	0	0	0	0	0	0	
TOTAL GENERAL	198	295,55	200,75	0	503,53	1197,83	
							Page 4

5-IMPACT SUR L'OCCUPATION DES SOLS (culture perennes)-unité(ha)

	2018		Plantation 2019										Ecart 2017/ 2018
	4 ^{ème} trim		1 ^{er} trim		2 ^{ème} trim		3 ^{ème} trim		4 ^{ème} trim		Total Camp 2018-2019		
	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	
Agrumes	18	113,5	1	89,05	2	91,29	1		22,25	257,89	22	293,84	
Arbres à noyaux	24	21	24	115	0	40,57	3		22	115,75	51	176,57	
Arbres à pépins	18	13	13,5	10,5	0	27,59	0		12,5	54,59	31,5	51,09	
Arbres rustiques	12	0	9	19	0	5,19	14		3	0,5	35	24,19	
Oliviers	2	2	4	48	0	31,08	13		1	3,2	19	81,08	
Viticulture	124,75	48,5	7,5	14	23	5	0	0	57,9	35,8	155,25	67,5	
Vigne de cuve	112,25	0	0	0	15	0			51,4	0	127,25	0	
Vigne de table	12,5	48,5	7,5	14	8	5			6,5	35,8	28	67,5	
Pommier	15	0	2,5	1,3	0	2,04			8	12,89	17,5	3,34	
Poirier	3	0	2	5,5	0	12,3			4,5	5	5	17,8	
Neflier	0	13	9	0	0	2,13			0	12	9	15,13	
cognassier	0	0	0	0	0	0					0	0	
Grenadier	0	0	0	3,7	0	8,12			0	7,7	0	11,82	
Kiwi	0	0	0	0	0	0					0	0	
Plaquemine	0	0	0	0	0	3			0	17	0	3	
Abricotier	13	0	17	76	0	5,37	1		8	24	31	81,37	
Pecher	3	16	5	16	0	16,17			10,5	67	8	48,17	
Prunier	8	5	2	5	0	9,04	2		3,5	1,5	12	19,04	
nectarinier	0	0	0	18	0	9,26			0	23,25	0	27,26	
Cerisier	0	0	0	0	0	0,73			0	0	17	15,83	
Amandier	5	0	4	14	0	1,83	8		3		18	6,63	
Figuier	7	0	5	4	0	2,63	6			0,5	0	0	
Noyer	0	0	0	0	0	0					0	0	
Pacanier	0	0	0	0	0	0					0	0	
Pistachier	0	0	0	0	0	0					0	1,73	
Caroubier	0	0	0	1	0	0,73					313,75	694,27	
TOTAL GENERAL	198,75	198	59	295,55	25	200,72	31	0	118,65	467,73	313,75	694,27	