



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



**Université ZIANE ACHOUR – DJELFA**  
**Faculté des sciences de la nature et de la vie**  
**Département des sciences de la terre et de l'univers**

## **Mémoire de fin d'étude**

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
DE MASTER EN GEOGRAPHIE ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE  
**Option : villes et dynamique spatiale**

**Thème :**

**Implantation d'une station de traitement des eaux usées  
dans la commune de Messaad. Analyse quantitative des  
rejets et choix optimale**

**Réalisé par : FAKROUN Khaoula**

**Les Membres du jury :**

**M. GUERGUIT Abdelkader**

MAA à l'université de Djelfa

Président

**M. BOUZNAD Imad Eddine**

MCA à l'université de Djelfa

Encadreur

**M. HAIED Nadjib**

MCA à l'université de Djelfa

Examineur

**M. KADOURI Ahmed**

MAA à l'université de Djelfa

Examineur

**( 2019/2020 )**



# REMERCIEMENT



*Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la patience de Mener à bien ce travail.*

*Au terme de ce modeste travail, je tiens à exprimer mon profonde gratitude et mon vifs remerciements à :*

*Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mon promoteur **Mr. Bouznad Imad Eddin**, pour ses orientations, ses précieux conseils et sa contribution dans l'élaboration de ce travail.*

*Je tiens également à remercier :*

*Tous mes enseignants du département des sciences de la terre et de l'univers*

*Tous ceux qui Aidez-moi de plus près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.*

*Je tiens enfin à remercier le président et les membres de jury d'avoir accepté de juger ce travail.*

## ∞ Dédicaces ∞

*Je dédie ce modeste travail à :*  
*Mon chef et Imam de ma tribune, le formateur de ma conduite, à*  
*toi le plus grand des personnes mon cher père.*  
*Celle qui est plus cher que mon âme et mon sang, la lumière de*  
*mon chemin, à ma mère adorée.*  
*Aux sources de l'espoir dans ma vie, mes sœurs et mon frère*  
*A mes chers amis*  
*A tous les étudiants de l'aménagement urbain, en particulier la*  
*promotion 2015*  
*A une personne très chère*

*Fakroun khaoula*

*Merci* 



## Résumé :

La pression sur l'usage de l'eau a provoqué ces dernières décennies une diminution de la disponibilité des ressources en eau dans les zones semi aride. La ville de Messaad est l'une des zones semi-aride de l'Algérie ; elle reçoit, moins de 177.2 mm/an en moyenne. La question de l'évolution des pressions démographiques et de leurs impacts sur les ressources en eau se pose. En appliquant le logiciel WEAP « water évaluation and planning », ce travail vise à élaborer un modèle de gestion des ressources en eau et les usages, évaluer l'équilibre de la balance besoins-ressources et analyser la situation future de l'eau selon différents scénarios.. L'estimation des besoins en eau potable et des eaux usées dans la ville de Messaad a montré que ces besoins augmentent avec le temps et qu'il arrive où l'offre ne permettra pas de couvrir la demande d'une manière convenable . On constate une mauvaise exploitation des ressources en eau notamment les ressources souterraines ce qui traduit une demande non satisfaite dans tous les sites de demande.

**Mots clés :** WEAP, scénarios, modèle, AEP, offre.

## Abstract :

The pressure on water use has led to a decrease in the availability of water resources in semi-arid areas in recent decades. The city of Messaad is one of the semi-arid zones of Algeria; it receives, on average, less than 177.2 mm/year. The question of the evolution of demographic pressures and their impacts on water resources arises. By applying the WEAP "water evaluation and planning" software, this work aims at developing a model for the management of water resources and uses, assessing the balance between needs and resources and analysing the future water situation according to different scenarios. The estimation of drinking water and wastewater needs in the city of Messaad has shown that these needs increase over time and that there are times when the supply will not be able to cover the demand in a suitable manner. There is a poor exploitation of water resources, especially underground resources, which reflects an unsatisfied demand in all the demand sites.

**Keywords:** WEAP, scenarios, model, WATSAN, supply.

## ملخص

أدى الضغط على استخدام المياه في العقود الأخيرة إلى انخفاض في توافر الموارد المائية في المناطق شبه القاحلة. مدينة مسعد من المناطق شبه القاحلة في الجزائر. يتلقى أقل من 177.2 مم / سنة في المتوسط. تنشأ مسألة تغيير الضغوط الديموغرافية وتأثيراتها على الموارد المائية. من خلال تطبيق برنامج "WEAP تقييم المياه وتخطيطها" ، يهدف هذا العمل إلى تطوير نموذج إداري لموارد المياه واستخداماتها ، وتقييم توازن توازن الاحتياجات والموارد وتحليل الوضع المائي المستقبلي وفقاً لمختلف السيناريوهات .. وقد أظهر تقدير احتياجات مياه الشرب ومياه الصرف الصحي في مدينة مسعد أن هذه الاحتياجات تزداد بمرور الوقت وأن هناك أوقاتاً لن يسمح فيها العرض بتلبية الطلب بشكل مناسب. . هناك استخدام ضعيف للموارد المائية ، وخاصة الموارد الجوفية ، مما يترجم إلى طلب غير مُلبي في جميع مواقع الطلب..

**الكلمات المفتاحية:** WAEP ، سيناريوهات ، نموذج ، التزود بالماء الشروب ، عرض .

## Liste d'abréviations

**AEP** : Alimentation en Eau Potable  
**APC**: Assemblée Populaire Communale  
**ARWR**: Actual Renewable Water Resources  
**BD** : Base de Données  
**CdF** : Coefficient de Fiabilité  
**DA** : Déficit Agricole  
**DBO5**: Demande Biochimique en Oxygène en cinq.  
**DCO** : Dyschondrostéose  
**DUC**: La Direction d'Urbanisme et de la Construction  
**ETP** : l'Evapotranspiration Potentielle  
**ETR** : L'Evapotranspiration Réelle  
**EWM**: Enterprise Work Management  
**GEE**: Google Earth Engine  
**MED**: Region Mediterranean  
**OMD** : Objectifs du Millénaire pour le Développement  
**OMS** : L'Organisation Mondiale de la Santé  
**ONA** : Office National de l'Assainissement  
**ONS** : l'Office National des Statistiques  
**OPGI** : Offices de Promotion et de Gestion Immobilières  
**PDEAU** : Plan Directeur D'Aménagement ET D'Urbanisme  
**PEHD** : Polyéthylène Haute Densité  
**RFU** : Réserve Facilement Utilisable  
**RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat  
**SAD** : Système d'Aide à la Décision  
**SIG**: Système d'Information Géographique  
**WEAP**: Water Evaluation and Planning  
**WHO**: World Health Organization  
**ZHUN**: Zone d'Habitation Urbain Nouvelle

# Sommaire

## Table des matières

<b>Introduction générale</b>	<b>01</b>
<b>Problématique</b>	<b>03</b>
<b>Choix de sujet</b>	<b>04</b>
<b>Objectif de la recherche</b>	<b>04</b>
<b>Méthodologie de travail</b>	<b>04</b>

### CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

	Introduction	06
I	Situation géographique et administrative de la zone d'étude	06
II	Analyse de milieu physique	07
II.1	Géologie	07
II.1.1	Stratigraphie	08
II.1.2	Tectonique et sismicité	09
II.2	Géomorphologie	10
II.2.1	Les reliefs	10
	a) La plaine	10
	b) La dépression	10
	c) La région des plateaux	10
II.2.2	Pente	11
II.3	Climatologie	13
II.3.1	Précipitation (P mm)	13
II.3.2	Température	14
II.3.3	Diagramme ombro-thérmiq ue de Gaussen et bangoul	15
II.3.4	Vents	16

II.3.5	Notion du bilan hydrique	17
II.3.5.1	Bilan de station de Messaad	17
II.3.6	Sécheresse	19
II.3.6.1	Indice de végétation par déférence normalisée (NDVI)	19
II.3.6.2	Indice de végétation amélioré (EVI)	20
II.3.6.3	Indice d'eau à différence normalisée (NDWI)	21
II.4	Hydrologie	23
II.5	Hydrogéologie	23
III	Etude socio-économique de la ville de Messaad	25
III.1	Evolution de la population	25
III.2	Structure de la population	26
III.2.1	Structure de la population selon les groupes Age et Sexe	26
III.3	Emploi	27
III.4	Répartition spatial de la population	28
III.5	Structure urbain	30
III.6	Occupation de Sol	30
III.6.1	Plan d'occupation du Sol de la ville de Messaad (POS)	31
	Conclusion	32

## **CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES**

	Introduction	33
I	Données nécessaires	33
I.1	Mobilisation des ressources en eaux	33
I.2	Réseau des eaux potable	34
I.3	Réseau d'assainissement	34
II	Description de la Méthodologie	37
II.1	Analyse et traitement de données nécessaires	38
II.2	Liens de transmission	42
II.3	Liens de retour	42
II.4	Réglage des paramètres	42
II.4.1	Développement des scénarios	43
II.5	Présentation des méthodes de calcul	45
II.5.1	Demande annuelle	45
II.5.2	Demande mensuelle	45
II.5.3	Flux de site de demande	46
II.5.4	Flux de liaison de transmission	46
II.5.5	Flux de lien de retour de site de demande	47
	Conclusion	47

### CHAPITRE III : ANALYSES ET DISCUSSION

	Introduction	48
I	Demande en eau	48
I.1	Scénario de référence	48
I.2	Scénario 01	49
I.3	Scénario 02	49
I.4	Scénario 03	50
I.5	Demande en eau global	51
II	Estimation des rejets	52
II.1	Débits de retour pour le scénario de référence	52
II.2	Débits de retour pour le scénario 01	53
II.3	Débits de retour pour le scénario 02	54
II.4	Débits de retour pour le scénario 03	55
II.5	Débit de retour annuel pour le scénario de référence	56
II.6	Débit de retour annuel pour le scénario 01	57
II.7	Débit de retour annuel pour le scénario 02	57
II.8	Débit de retour annuel pour le scénario 03	58
II.9	débit de retour journalier	59
III	Calcul de charges polluantes	59
IV	Choix d'emplacement	60
	Conclusion	62
	<b>Conclusion générale</b>	<b>63</b>
	<b>Références bibliographique</b>	<b>67</b>
	<b>Annexe</b>	<b>71</b>

## Liste des Figures

<b>N°</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
01	Situation géographique et administrative de la wilaya déléguée Messaad	07
02	Géologie de la zone d'étude	09
03	Carte du model numérique des terrains de la zone d'étude	11
04	Classes	12
05	Pluviométrie annuelle de Messaad entre (1981-2018)	13
06	Température moyenne mensuelle dans la commune de Messaad entre (1981-2018)	14
07	Carte des températures de la région de Messaad	15
08	Diagramme ombro-thérmiq ue de Bangoul et Gaussen entre (1981-2018)	16
09	Rose de vent des vents dans la commune de Messaad entre (1981-2018)	16
10	Graphe présente le bilan d'eau (P, ETP, ETP, T)	18
11	Graphe présente le bilan d'eau (RFU, DA, EX)	18
12	Variation spatiotemporelle de l'indice NDVI dans la région Messaad	20
13	Variation spatiotemporelle de l'indice EVI dans la région Messaad	21
14	Variation spatiotemporelle de l'indice NDWI dans la région Messaad	22
15	Pyramide d'âge de la population dans la ville de Messaad	27
16	Répartition de la population par districts de la ville Messaad	29
17	Evolution de l'urbanisme de la ville de Messaad	30
18	Plan d'occupation de Sol de la ville Messaad	31
19	Evolution de réseau d'assainissement de la ville de Messaad	35
20	Points de rejets des eaux usées de la ville de Messaad	36
21	Etat de rejets final en aval de la ville de Messaad	37
22	Carte de la zone d'étude dans logiciel WEAP	39
23	Répartition des sites de demande	40
24	Population de chaque site de demande (niveau d'activité annuelle par personne)	40
25	Champs de captage d'approvisionnement	41
26	Schéma finale du model	41
27	Organigramme de la création des scénarios	45
28	Evolution de la demande en eau dans la ville de Messaad <i>référence scénario</i>	48
29	Evolution de la demande en eau dans la ville de Messaad <i>scénario01</i>	49
30	Evolution de la demande en eau dans la ville de Messaad <i>scénario02</i>	50
31	Evolution de la demande en eau dans la ville de Messaad <i>scénario03</i>	51
32	Evolution de la demande en eau mensuelle dans la ville de Messaad pour tous les scénarios	52
33	Evolution de la demande en eau mensuelle dans la ville de Messaad <i>référence scénario</i>	53
34	Evolution de la demande en eau mensuelle dans la ville de Messaad <i>scénario 01</i>	54
35	Evolution de la demande en eau mensuelle dans la ville de Messaad <i>scénario 02</i>	55
36	Evolution de la demande en eau mensuelle dans la ville de Messaad <i>scénario 03</i>	56
37	Evolution de débit de retour annuelle <i>référence scénario</i>	56
38	Evolution de débit de retour annuelle <i>scénario01</i>	57
39	Evolution de débit de retour annuelle <i>scénario02</i>	58
40	Evolution de débit de retour annuelle <i>scénario03</i>	59
41	Etap es de traitement des eaux usées	61
42	Facteurs d'impacts de l'implantation d'une station d'épuration	62

## **Liste des Tableaux**

<i>N<sup>o</sup></i>	<i>Titres</i>	<i>Pages</i>
01	Répartition des pentes dans la commune de Messaad	11
02	Les variations mensuelles des pluviométries dans la commune de Messaad	13
03	Température moyenne mensuelle de la commune de Messaad entre (1981-2018)	14
04	Variation mensuelle des vents dans la commune de Messaad Entre (1981-2018)	16
05	Bilan hydrique selon la méthode de THORNTAWAITE de la station de Meskiana	17
06	Hydrogéologie de la ville de Messaad	24
07	Evolution de la population de la ville Messaad	25
08	Répartitions de la population active et non active de la ville (2008)	27
09	Répartition de la population occupée par tranche d'activité	28
10	Evolution de nombre de logements selon les modes d'habitation dans la ville de Messaad (1987-2020)	30
11	Composition du tissu urbain existant	31
12	Plan d'occupation des sols de la ville de Messaad	32
13	Caractéristiques des fourrages	33
14	Réseaux des eaux potables de la ville	34
15	Les réseaux d'assainissement de la ville	35
16	Rejets du réseau d'assainissement de la ville de Messaad	35
17	Rejets journaliers en m <sup>3</sup> /J de la ville de Messaad	59
18	Débit et charges des polluants dans les rejets de la ville de Messaad	60

# Introduction générale

## **Introduction générale**

L'eau est une ressource éminemment précieuse, enjeu majeur des prochaines décennies et Les changements climatiques et la sécheresse qui prévalent depuis plusieurs décennies dans différentes régions du monde, a particulièrement touché les pays de l'Afrique du Nord, de l'Afrique subsaharienne et du Moyen-Orient et a eu un impact négatif sur les ressources en eau de ces pays Cette sécheresse, qui risque de s'accroître durant les siècles à venir pourrait entraîner dans ces pays une véritable crise de l'eau. La situation actuelle en Algérie, se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles, En outre les pollutions des nappes et des ressources superficielles par les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités de traitement des systèmes d'épuration. ([Messahel and Benhafid 2007](#)).

L'eau douce est inégalement répartie entre les pays limitrophes la mer Méditerranée (MED). Avec près de 7% de la population mondiale, la région MED ne dispose que d'un peu plus de 2% des ressources mondiales en eau douce, dont les deux tiers sont concentrés dans les pays du nord de la Méditerranée. L'agriculture étant le principal utilisateur d'eau douce, la réutilisation des eaux usées urbaines traitées pour l'agriculture pourrait au moins atténuer le stress actuel lié à l'eau douce ([Maite Guardiola et al 2012](#)). En Algérie, comme dans de nombreuses autres parties du monde, la croissance démographique, l'urbanisation rapide et le développement économique pèsent lourdement sur les ressources en eau ([Titi Benrabah Samia, et al 2013](#)). L'Algérie, avec sa centaine de barrages (110), ne mobilise que 4.5 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>. Les sédiments y déposés sont évalués à 20 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an de volume perdu. C'est un pays semi-aride, voire même Aride (200 à 400 mm) et les ressources en eau sont faibles, irrégulières, et localisées dans la bande côtière. ([Ahmed Kettab et al 2001](#)).les contraintes imposées par les problèmes de l'eau en Algérie freinent son développement. Les ressources en eau sont de plus en plus rares alors que les besoins ne cessent d'augmenter. Quel que soit la ou les solutions que l'on propose pour remédier au déséquilibre entre l'offre et la demande, il faut donner à l'eau sa vraie valeur économique, et connaître les composantes réelles du prix des services de l'eau. ([Boukhari Djebbar Y, Abida h 2009](#)).

Les ressources hydrologiques de la wilaya de Djelfa d'une superficie de 32 256, 35 km<sup>2</sup>, les approvisionnements en eau de la wilaya de Djelfa, tout usage confondu, provient principalement des nappes d'eau souterraines. Les potentialités s'élèvent globalement à 200 hm<sup>3</sup>/an

De nos jours, les besoins en eau potable en Algérie 180L/J par citoyen, et les besoins en eau pour les activités industrielles sont énormes ceci génère une pollution supplémentaire à celle produite par les activités humaines.

Afin d'atteindre des niveaux de vie adéquats équivalents à ceux observés dans les pays occidentaux et industrialisés, des ressources en eau renouvelables annuelles (ARWR) d'au moins 2 000 m<sup>3</sup> / habitant sont nécessaires, tandis qu'un pays avec un ARWR de 1 000 à 2 000 m<sup>3</sup> / habitant peut souffrir occasionnellement ou pénuries d'eau locales (Bouwer 2002). Les pays avec moins 1000 m<sup>3</sup> / habitant comme valeur critique connaîtront de graves pénuries d'eau, qui pourraient avoir un impact sur le développement économique, la santé et le bien-être humains (Falkenmark et Lindh 1993). Généralement appelé «indicateur de Falkenmark», il s'agit de l'indice de pénurie d'eau le plus utilisé. Il est basé sur un niveau minimum approximatif d'eau requis par habitant pour maintenir une qualité de vie adéquate dans un pays modérément développé. Avec un ARWR inférieur à 500 m<sup>3</sup> / habitant, un pays est susceptible de connaître une «pénurie d'eau absolue». (Manzoor Qadir et al 2010).

Face à l'accroissement de la population mondiale combinée à une urbanisation croissante, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement représente encore aujourd'hui un enjeu vital pour beaucoup de villes, notamment dans les pays en développement.

L'assainissement désigne l'ensemble des techniques de collecte, de transport et de traitement des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel. Il peut se concevoir à l'échelle d'une agglomération ou d'habitations non raccordées à un réseau d'égout collectif. Les stations d'épuration du futur tendent à devenir de véritables usines de valorisation des eaux usées afin de produire de l'énergie verte, des matières fertilisantes et des métaux précieux et afin de réutiliser les eaux usées traitées. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit les eaux usées comme les déchets liquides évacués vers les réseaux d'élimination individuels ou les canalisations d'égouts municipales et contenant principalement des excréta humains et de l'eau ayant servi (WHO, 2006). Cette eau polluée se déverse quotidiennement dans les lacs et les rivières. En raison de sa contamination, les eaux usées nécessitent une purification supplémentaire avant d'entrer dans les systèmes d'étangs. Pour limiter le plus possible la pollution de nos réserves en eau : rivières, lacs et nappes souterraines. Kendouci et al, 2013 révèle que Les eaux usées domestiques rejetées après consommation contiennent des polluants, notamment organiques. Les eaux usées doivent donc être collectées et traitées avant d'être rejetées dans la nature car si elles étaient rejetées dans le

milieu sans traitement, pollueraient gravement l'environnement et la ressource en eau (Adjahouinou et al, 2014). En effet, certaines eaux usées contiennent une charge polluante importante (Allalgua et al, 2014). C'est pourquoi la réglementation impose des normes de rejet, dans les eaux superficielles comme dans le sol et le sous-sol suivant différents types de dispositifs d'épuration et de rejets. (Kibi N., et al 2020) ont suggéré six (6) hypothèses de chaînes épuratoires (chaînes 1 à 6) respectant les exigences opérationnelles et épuratoires et ils l'ont comparé entre elles. (DJEDDOU MESSAOUD et al 2013) ont utilisé une méthodologie développée par (Niku et al. 1979) pour la détermination du coefficient de fiabilité (CdF), des concentrations effluentes de la DBO5, de la DCO, et de MES à partir des données de quatre ans d'opération (2009-2012). (Damien J. Batstone, 2006.) ont proposé que La modélisation de la digestion anaérobie, c'est une méthode établie pour évaluer le traitement anaérobie des eaux usées pour la conception, l'analyse des systèmes, l'analyse opérationnelle et le contrôle, le traitement anaérobie des eaux usées domestiques est une technologie relativement nouvelle mais à maturation rapide, en particulier dans les pays en développement,

Pour (Ali Karnib 2014) l'accès durable aux services d'assainissement de base est l'une des cibles des objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) adoptés par les Nations Unies en 2000 il a présenté une approche méthodologique pour l'évaluation quantitative de la gestion efficace des eaux usées basée sur une méthodologie d'agrégation non additive qui tient compte des interactions entre les indicateurs. Tout d'abord, un ensemble d'indicateurs est identifié et des méthodes de calcul sont présentées. Deuxièmement, il est proposé d'utiliser l'intégrale de Choquet d'ordre 2 pour agréger les indicateurs dans un indice de gestion efficace des eaux usées (EWM). Au niveau pratique, les résultats de l'évaluation de l'EWM des systèmes de collecte des eaux usées au Liban sont ensuite présentés et discutés.

Il existe plusieurs outils spécialisés dans la gestion des ressources en eaux, Pour notre étude nous avons opté pour le logiciel WEAP outil de planification des ressources en eau, basé essentiellement sur la méthodologie de modélisation et la simulation dynamique des changements de structures et de paramètres des systèmes qui rentre en compte du système hydraulique.

## **Problématique**

Durant notre étude, nous allons essayer de traiter la nécessité de L'implantation d'une station de traitement des eaux usées dans la commune de messaad, où la population est en constante

augmentation par conséquent plus de construction de logements, cela signifie plus de consommation d'eau, d'où l'augmentation des eaux domestiques usées rejetées directement dans l'oued de messaad sans traitement. Ce rejet d'eaux usées dans l'Oued crée de nombreux problèmes environnementaux et écologiques, nous mentionnons parmi eux :

- ✓ La pollution d'oued, la pollution des nappes phréatiques.
- ✓ la pollution des vergers limitrophes à l'oued où on constate de visu la mort d'arbres fruits.
- ✓ la dégradation de l'environnement.

Ajouté à cela la prolifération des insectes et moustiques et la puanteur qui se dégage des eaux usées tous cela représentent un danger réel pour les habitants, cela nous emmène à nous poser les questions suivants :

- Quelle est l'importance de l'implantation de station d'épuration pour résoudre le problème d'oued de Mesaad ?
- Quelle sont les types de réseaux d'assainissement de messaad ?
- la quantité réelle des eaux usées rejetées dans l'oued quotidiennement ?
- Quelle est la capacité de la station d'épuration? Et Quel est l'endroit le plus approprié pour construire la station dans la commune de Massad?

### **Choix de sujet**

Parmi les éléments qui nous ont encouragés à traiter ce sujet de l'implantation de station de traitement des eaux usées dans la ville de Messaad nous citons :

- ✓ Sa nouveauté Il n'a jamais été traité malgré son importance et sa grande influence sur la ville.
- ✓ Son influence positive sur l'image de la ville et du citoyen.
- ✓ Sa priorité, si nous voulons améliorer le cadre de vie de la ville.

### **Objectif de la recherche**

L'objectif de cette étude premièrement de participer à enrichir littérature scientifique dans ce domaine, ce mémoire pourrait être une référence et un document éducatif pour les futures aménageurs, et nous espérons que cette étude contribuera à résoudre le problème de l'Oued de Massaad en raison de son impact positif sur la population et l'environnement de la ville de Massaad.

### **Méthodologie de travail**

Dans le cadre de la réalisation de cette étude et dans le but d'arriver aux objectifs tracés, nous avons adopté un processus méthodologique fondé sur les étapes suivantes :

- **Recherche bibliographique**

C'est la plus importante dans notre travail. Elle permet de construire une base théorique sur laquelle repose toute l'étude. Dans cette phase nous avons consulté des ouvrages, des rapports et des travaux de recherche qui traitent le problème du développement urbain et des risques en général, ainsi que tous les documents ayant une relation avec notre thème.

- **Collecte des données**

Pour objectif de collecter les données statistiques établies par des divers services de l'administration publique.

Nous nous sommes préoccupés de rassembler le maximum des données au niveau des établissements suivants :

- La commune de Messaad.
- Les services techniques de l'APC de la commune Messaad.
- DPAT de Djelfa.
- La Direction d'Urbanisme et de la Construction (DUC).
- L'URBATIA de Djelfa.
- L'Office National des Statistiques (ONS) et l'OPGI.
- La Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Djelfa et de la commune de Messaad.

Pour collecté toutes les informations sur l'oued et les réseaux d'assainissement, d'AEP de la commune de Messaad...etc.,

- **Analyse des données**

C'est l'étape durant laquelle nous avons exploité les données recueillies en les représentants sous forme de tableaux, graphes et cartes ; de façon à simplifier leurs lectures Ceux-ci nous ont permis d'illustrer les éléments de la problématique afin d'émettre un certain nombre de proposition.

Pour répondre aux questions précédentes, nous avons structuré notre travail en 3 chapitres :

- **Chapitre I** : Présentation de la zone d'étude.
- **Chapitre II** : Matériels et méthodes
- **Chapitre III** : Analyses et discussion



# Chapitre I

---

*Présentation de la zone d'étude*

## **Introduction**

La Wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au-delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord dont le chef-lieu de Wilaya est à 300 kilomètres au Sud de la capitale, elle est comprise entre 2° et 5° de longitude et entre 33° et 35° de latitude nord et 1185m d'altitude.

## **I. Situation Géographique et administrative de la zone d'étude**

Le 26 novembre 2019, le gouvernement a annoncé que les wilayas déléguées du Sahara créées en 2015 vont être transformées en wilayas à part entière et 44 nouvelles wilayas déléguées vont être créées principalement dans les Hauts Plateaux, Le ministère de l'Intérieur, des Collectivités locales et de l'Aménagement du territoire, a affirmé que la Daïra de Messaâd, située au sud de la wilaya, était concernée par "une promotion dans le cadre du découpage administratif relatif aux wilayas déléguées.

La wilaya déléguée de messaad est formée de huit communes : Messaaad, Selmana, Sed rahal, Guettara, Deldoul, Feid el boutma, Oum laadham et Amoura.

La commune de Mesaad dont le chef-lieu est situé en son centre, est entourée par les communes de ; Moudjbara au nord Selmana à l'est et au sud-ouest Deldoul à l'ouest et sud-ouest. Elle fait partie des hautes steppiques, est la plus petite commune de la wilaya de Djelfa.

La ville de Mesaad se situe à 76 km au sud Est de la ville de Djelfa et a 92 km au Nord Est de Laghouat, la wilaya déléguée de Mesaad occupe une superficie de l'ordre de 9721,06 km<sup>2</sup> représentant 28,70% de la superficie totale de la wilaya de Djelfa.

La ville de Messaâd se trouve à la bordure Sud et SUD-EST de la grande pénéplaine de MREKBAT EL OUASSIL. Cette pénéplaine est limitée au Nord par la surélévation de Moudjbara (Altitude:1491 mètres), à l'Est par le massif montagneux du Djebel Boukahil, à l'Ouest par l'anticlinal de Djebel Mergueb, Zerga et au sud par une suite de crêtes rocheuses: Kef El-Guettouf, Kef Trog, Kef Tassedra, Kef El Bordj et les collines du Seba Hassedj, barrière rocheuse orientée W.S.W-N.E, séparant cette pénéplaine des DIAS.

Au Nord, les monts des OULED NAIL dont la sur élévation de MOUDJBARA fait partie, appartiennent, grâce à leur versant méridional, au bassin versant de l'Oued Messâad .L'Oued Messâad sépare la ville de l'ouest à l'est jusqu' au KHENNEG DEMMED ou il traverse en cluse les derniers chaînons Atlasiques pour déboucher dans la plain saharienne et confluer avec l'Oued Djedi.

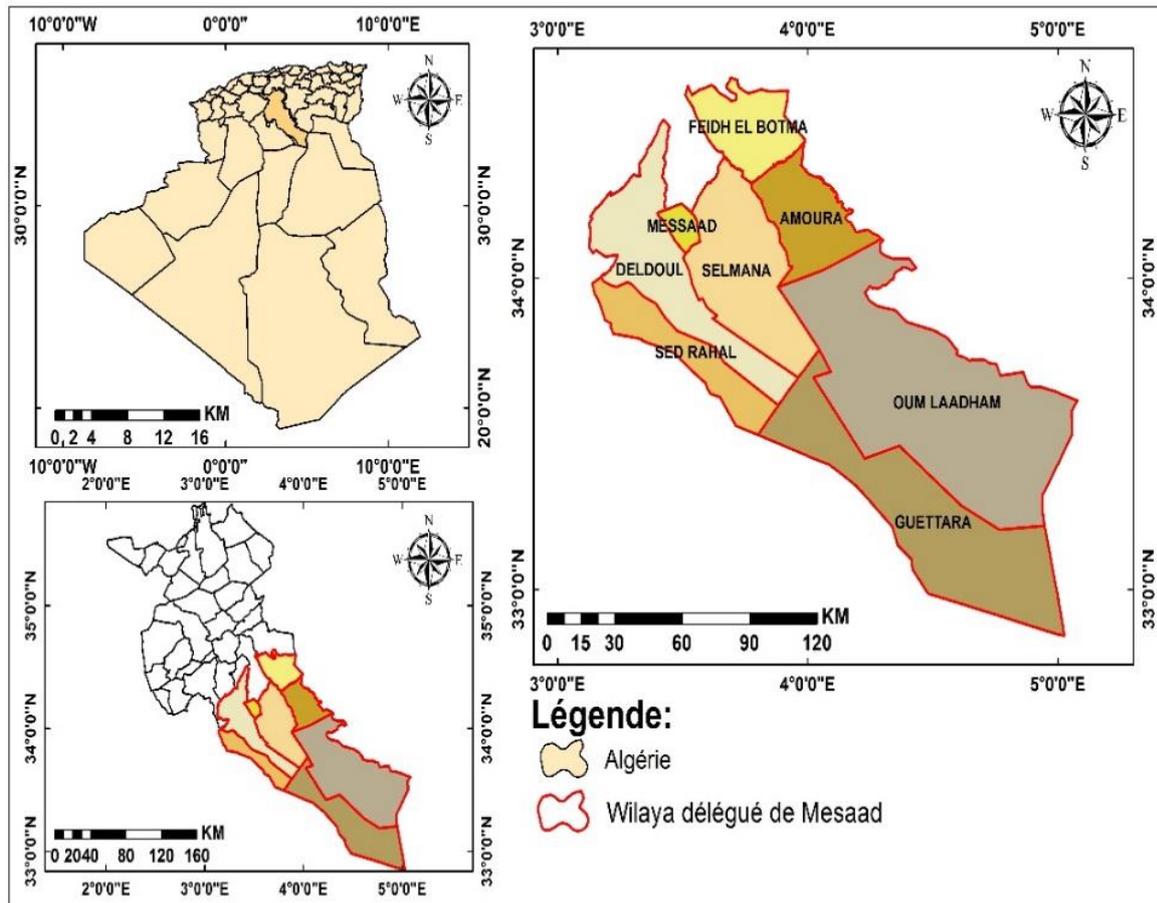


Figure.01. situation géographique et administrative de la wilaya déléguée de Messaad

## II. Analyse du milieu physique

Les études sur le fonctionnement des écosystèmes terrestres, leurs possibles modifications et leurs adaptations aux changements climatiques et aux pressions humaines, ainsi que les effets et les impacts de ces modifications sur les ressources édaphiques, hydriques et biotiques, occupent une place importante dans la recherche actuellement (kerzani rachida .2017).

### II.1.Géologie

La géologie joue un rôle important à travers la description des différentes formations géologiques, il y a une grande diversification de la nature et de la qualité des différents matériaux issus de ces formations qui vont favoriser une diversification du sol. L'intérêt de la géologie est dicté par le rôle des roches dans les genèses des sols et le façonnement des paysages pédologiques.

Selon Belgat (2001), les processus de morphogenèses s'exercent en effet sur le même milieu et sont influencés par les mêmes facteurs (climat, végétation, roche mère, temps et l'homme), de sorte qu'ils interfèrent constamment sur l'évolution d'un sol. Les formes de relief sont

indissociables l'un de l'autre car elles résultent toutes deux d'une infinité d'interactions s'exerçant simultanément ou de façon concurrentielle dans le temps et dans l'espace ».

### **II.1.1.Stratigraphie**

#### **➤ Quaternaire**

Les alluvions récentes tapissent l'oued Messaad tandis que les alluvions anciennes forment les moyennes terrasses occupées par les jardins.

Les parties aval de Demmed et Saïfi sont implantées sur les hauts terrasses alluviales de l'oued Messaad, les alluvions sont constitués des limons, sables, graviers, galets et poudingues.

#### **➤ Moi-pliocène continental**

Il affleure largement dans la plaine et recouvre en discordance le crétacé supérieur, la partie Ouest de la ville au-delà de la route de Boussaada et de la route de Touggourt. Est construite sur le Moi-pliocène.

Le Moi-pliocène est un terrain d'atterrissement constitué par des poudingues sables, argiles et marne à gypse, cette série montre deux termes différents, se terminant chacune par une croûte calcaire. Le deuxième terme au niveau supérieur d'une épaisseur de dix mètres d'argile. Le tout est surmonté d'une deuxième croûte calcaire. Les plus gros sédiments du Moi-pliocène tels que les conglomérats et les poudingues sont localisés au sud et à l'est de la plaine tout le long de la chaîne créatique méridionale.

#### **➤ Crétacé**

La transgression miocène a été très rapide au niveau de partie Sud de la ville de Messaad limitées par :

- A l'ouest ; la route de Boussaâda.
- Au sud-ouest ; la route de Touggourt
- A l'est et au Nord Est ; Saïfi
- Au Nord : anciennes terrasses alluviales occupées les jardins
- Au sud : versant Nord de Seba Hasedj.

Dans cette enceinte. Le relief du substratum crétacé n'a pas eu le temps d'être pénéplaine, il présente actuellement une topographie accidentée.

La série crétacée se termine par le turonien au niveau du versant méridional saharien de la chaîne formée par Kef-trog et Kef-tessada, le crétacé est constitué par (turonien C6, cénoomanien C5-C4, albien C2.1, aptien C1.1).

## II.1.2. Tectonique et sismicité

Le dépôt Moi-pliocène discordant sur le substratum crétacé est très peu affecté par les mouvements orogéniques sauf aux abords de la chaîne méridionale de Kef Tessada et Kef el Bourdj où il accuse un léger relèvement, Le reste de la couverture Moi-pliocène s'étendant au nord de Messaad, et quasi horizontale et ne présente qu'une faible inclinaison du nord vers le sud. Parmi les mouvements ante-miocène qui ont affecté le substratum crétacé, on note à la bordure méridionale de la plaine et le long de Kef Trog et Kef Bordj, l'existence d'une grande faille faisant buter l'aptien et les termes inférieurs de l'albien de la ville de Messaad contre le cénoomanien et même le Turonien de ces deux chaînons. La région de Djelfa a été classée dans la (Zone I) suivant la recommandation parasismique Algérie 1981, donc elle est caractérisée par une faible sismicité.

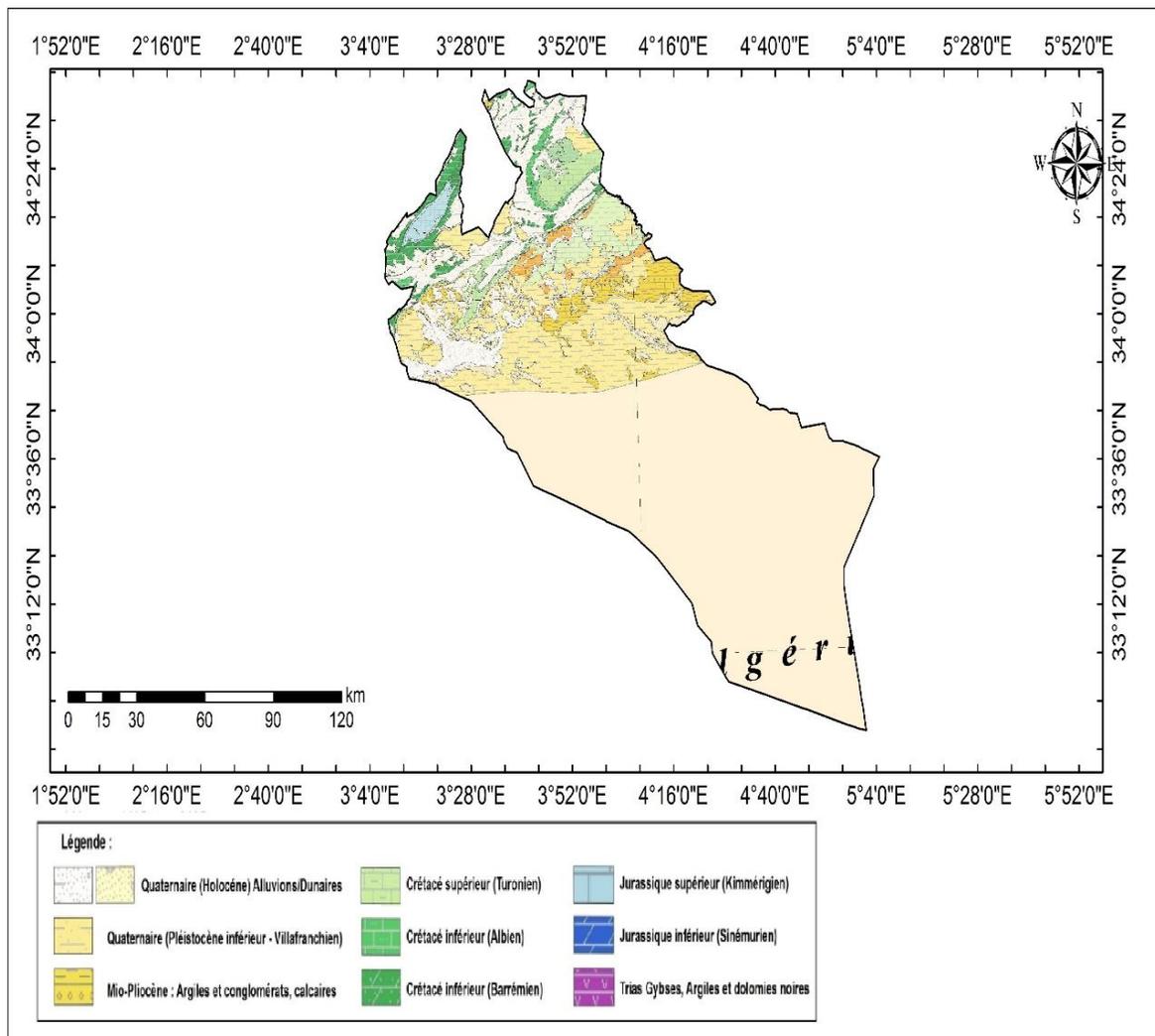


Figure 02 : géologie de la zone d'étude

## **II.2. géomorphologie**

Des variables importantes, servant à la description phytoécologique régionale et sectorielle, les formes du relief sont, à juste titre, considérées comme l'expression synthétique de l'action du climat sur le relief structural par l'intermédiaire de la végétation (Tricart et Cailleux, 1969).

La partie sud de la ville de Messaad s'étale, en largeur des versants méridionaux des reliefs escarpés de SEBA HASSEDJ et KEF MESSAAD jusqu'aux terrasses alluviales anciennes de L'OUED MESSAAD cette partie de la ville est délimité, sensiblement par les courbes de niveau 700 mètres et 745 mètres.

La pente orientée dans la direction Sud Nord, n'est pas constante forte au début elle diminue pour devenir presque nulle à la limite sud des jardins situés sur les anciennes terrasses alluviales de L'OUED MESSAAD. La ville MESSAAD dans sa partie sud, présente un relief très accidenté caractérisé par une zone haute, une zone intermédiaire et une zone basse.

Les réseaux hydrographiques sont caractérisés par leur densité et par l'existence des Oueds qui sont d'origine pluviale ou souterraine qui proviennent soit directement, soit par ruissellement de plusieurs talwegs délimités par crêtes formant des entités topographiques juxtaposées et disposés, quasiment en parallèles.

La partie Nord de la ville de MESSAAD ZHUN est située sur un plateau mise à part la partie aval de la cite el Quads qui est construite sur un terrain incliné jouxtant le haut du talus gauche de L'OUED MESSAAD, la pente est généralement faible.

### **II.2.1. les reliefs**

Les reliefs de la zone d'étude sont représentés par

#### **a) La plaine**

Elle occupe une partie du territoire communale, ils se trouvent entre les ensembles montagneux comme les plaines de «oued défilia » et oued Messaad ce dernier représente le support foncier la ville de messaad.

#### **b) La dépression**

Le Daïa correspond à une vaste dépression endoréique :

Les dayas définies comme des petites dépressions fermées se localisent au sud du territoire.

#### **c) La région des plateaux**

Cette région est plus ou plaine, légèrement ondulée à pente douce par fois nulle et d'une altitude plus faible qui ne dépasse pas les 600m.

Cette région située au sud de la commune et une partie du Nord entre les chaînes montagneuses et le Djebel Bouk'hil, elle est parcourue de nombreux cours d'eau plus larges que profonds et parsemée de Daites.

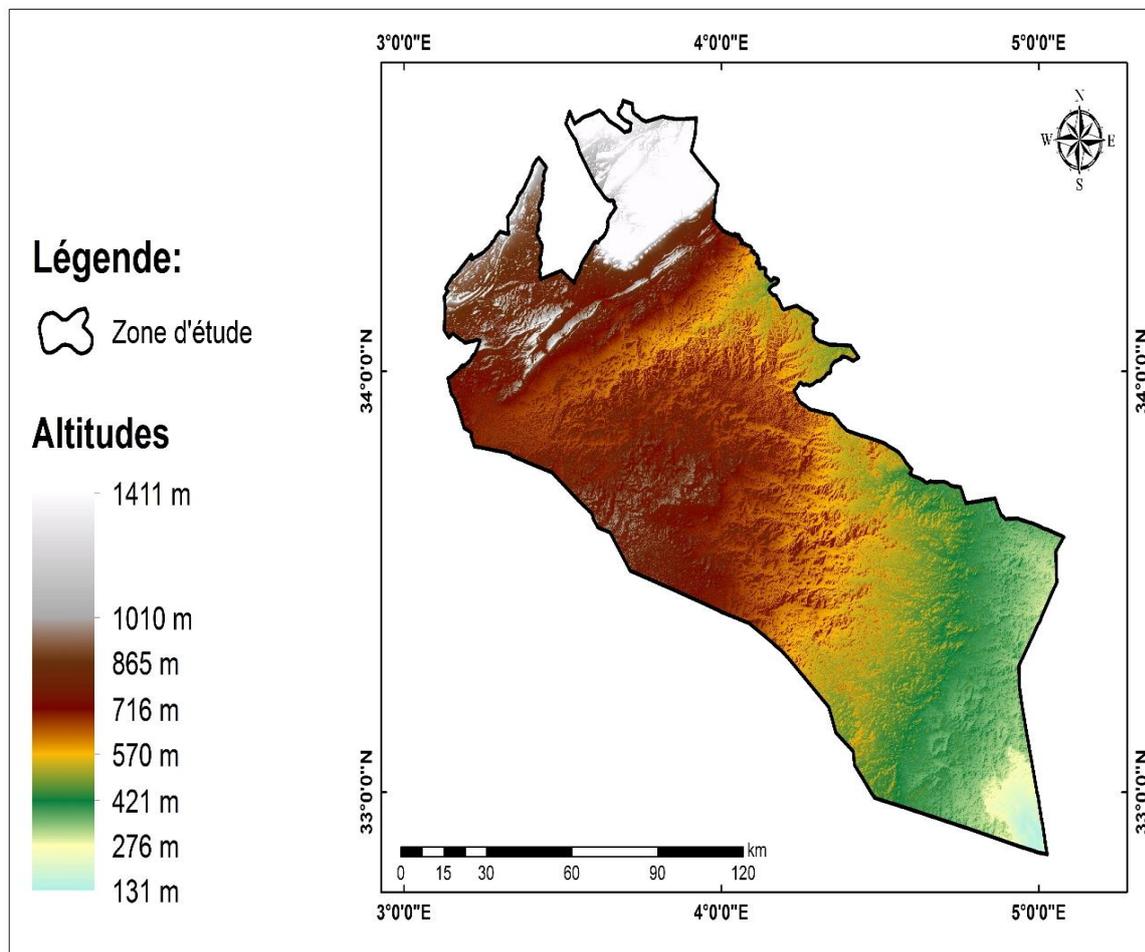


Figure 03 : carte du modèle numérique des terrains de la zone d'étude

### II.2.2. Pentés

Les pentes ont un impact sur les différentes activités de l'homme en particulier l'urbanisme les zones accidentées présentent une contrainte majeure pour la construction, le tableau suivant montre les classes de pente existante dans la commune de Messaad.

Tableau 01 : répartition des pentes dans la commune de MESSAAD

Classement	Type	Surface (ha)	Pourcentage
0-03	Faible	11684.52	83.7
03-12.5	Moyen	1214.52	8.7
12,5-25	Forte	544.44	3.9
>25	Très forte	516.52	3.7

Source : PDAU MESSAAD

➤ **Classes I :** (0 à 3%)

Elle représente la plus vaste classe avec une superficie de 11684.52ha représente un taux de 83.7% de la superficie totale de la commune, couvre la plupart de la partie Nord et centrale de la commune comprennent les plaines (les accotements de « oued Défilia » et de oued Messaad. Cette classe de pente est très favorable à l'urbanisme.

➤ **Classe II :** (3 à 12.5%)

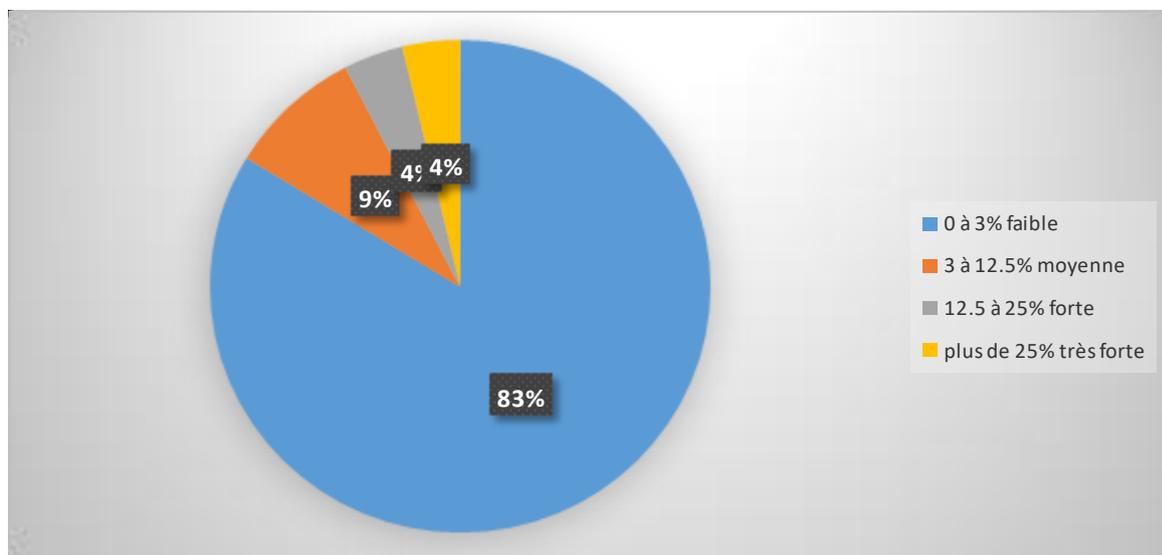
Elle représente la deuxième classe selon la superficie avec estimé 1214.52 ha à un taux de 8,7% de la superficie totale de la commune. Cette classe située au Nord-Est et sud est favorable à l'urbanisme

➤ **Classe III :** (12.5 à 25%)

Elle occupe la troisième classe selon la superficie avec 544.44 ha, soit un taux de 3.90% de la superficie totale de la commune concentrée surtout dans la partie sud et sud-ouest de la commune, et une petite partie près de les limites communales avec la commune de deldoul. Cette classe est peu favorable à l'urbanisme.

➤ **Classe IV :** (plus de 25%)

Elle représente la quatrième classe selon la superficie avec 516.52ha, soit un taux de 3.7% de la superficie totale de la commune elle est située principalement dans la partie sud et sud-ouest (la zone montagneux) Cette classe n'est pas favorable à l'urbanisme.



**Figure 04 :** Classes des pentes

## II.3. Climatologie

La climatologie est une science de l'atmosphère, elle se situe aussi quant à son objet au niveau du sol, c.-à-d. au niveau des processus morphologiques, hydrologiques et pédologiques qui font du climat l'un des facteurs premiers de toute réalité géographique. Elle se situe aussi au niveau de la végétation ou des organismes supérieurs. C'est bien souvent dans des perspectives biologiques que la climatologie devra placer ses spéculations (Péguy in Kadik, 1983).

Généralement les régions steppiques algériennes sont caractérisées par un climat semi-aride à aride avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec un hiver pluvieux et froid. Dans la commune de Messaad on trouve les données suivantes la période entre (1982-2018)

### II.3.1. Précipitations (P mm)

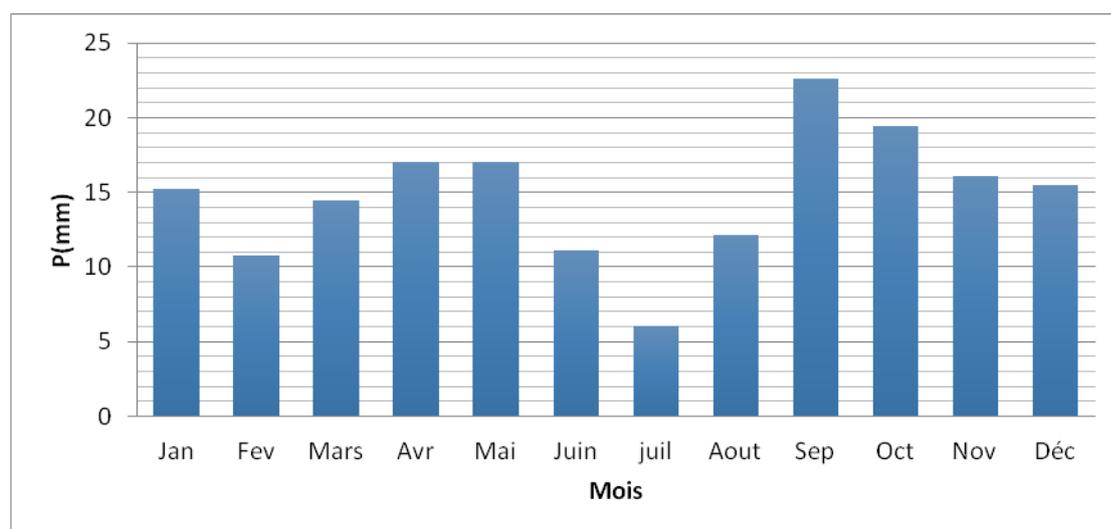
La pluviométrie est marquée par une variabilité inter-mensuelle et saisonnière, et le Tableau suivant détermine les variations mensuelles de la pluviométrie.

**Tableau 02** : les variations mensuelles des pluviométries dans la commune de Messaad entre (1981-2018).

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	Août	sep	oct	nov	déc	moy
<b>P (mm)</b>	15.2	10.7	14.4	17.05	17.00	11.08	6.03	12.11	22.58	19.47	16.05	15.50	14.78

*Source: ONM (office national météorologique)*

Selon le tableau n02 qui présente les variations mensuelles des pluviométries entre (1981-2018) de la ville de Messaad, le mois le plus pluvieux est septembre avec une moyenne de 22,58 mm, tandis que le mois le plus sec est juillet avec 4,7mm.



**Figure 05** : Pluviométrie annuelle de Messaad entre (1981-2018)

### II.3.2. Températures

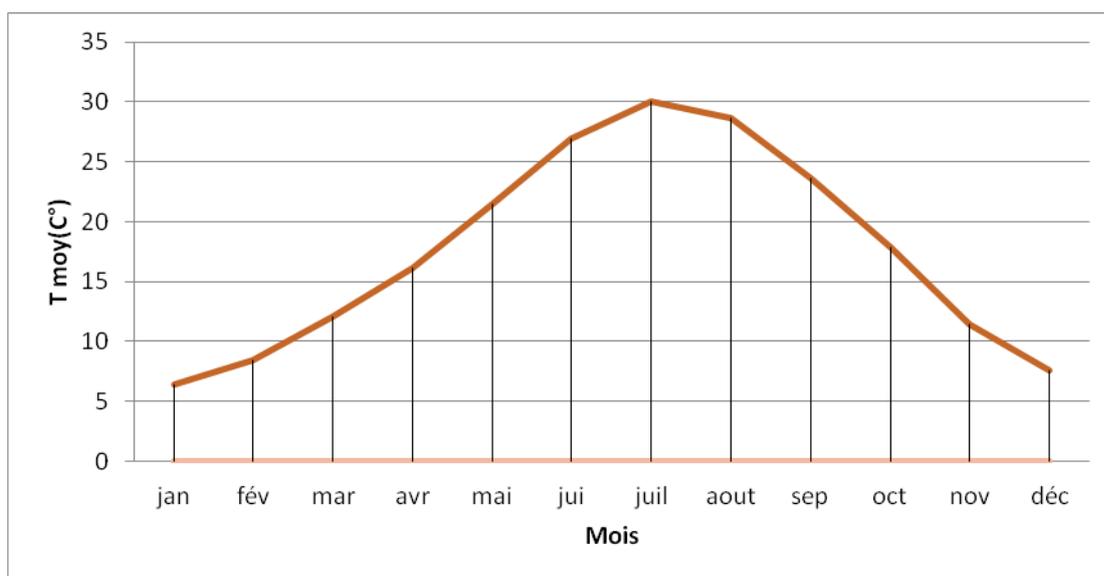
La température est l'élément du climat le plus important (Dajoz 2000) qui caractérise la chaleur que contient un volume d'air. Elle est mesurée par le degré Celsius, dans le tableau n° 03 sont présentées les valeurs de la température enregistrées durant la période (1981-2018).

**Tableau 03 :** Températures moyennes mensuelles en de la commune de messaad entre (1981-2018)

Année	Moyenne de T <sup>0</sup> C	Max de T <sup>0</sup> C	Min de T <sup>0</sup> C
<b>Jan</b>	6.73	12.40	1.90
<b>Fév</b>	8.46	14.83	2.72
<b>Mar</b>	12.09	18.70	6.30
<b>Avr</b>	16.17	23.58	9.18
<b>Mai</b>	21.47	28.30	13.56
<b>Jui</b>	26.98	34.21	18.59
<b>Juil</b>	30.07	38.71	21.40
<b>Aout</b>	28.66	37.56	21.07
<b>Sep</b>	23.66	31.31	17.52
<b>Oct</b>	17.85	25.04	12.49
<b>Nov</b>	11.41	18.13	6.36
<b>Déc</b>	7.61	13.37	2.46

: **Source :** climats engine + traitement d'étudiante (personnelle)

D'après le tableau au-dessus. On remarque que le mois froid est celui de janvier avec une température de 6.73<sup>0</sup>C et le mois le plus chaud est celui de juillet avec une température moyenne de 30.07<sup>0</sup>C.



**Figure 06 :** Température moyenne mensuelle dans la commune de messaad entre (1981-2018)

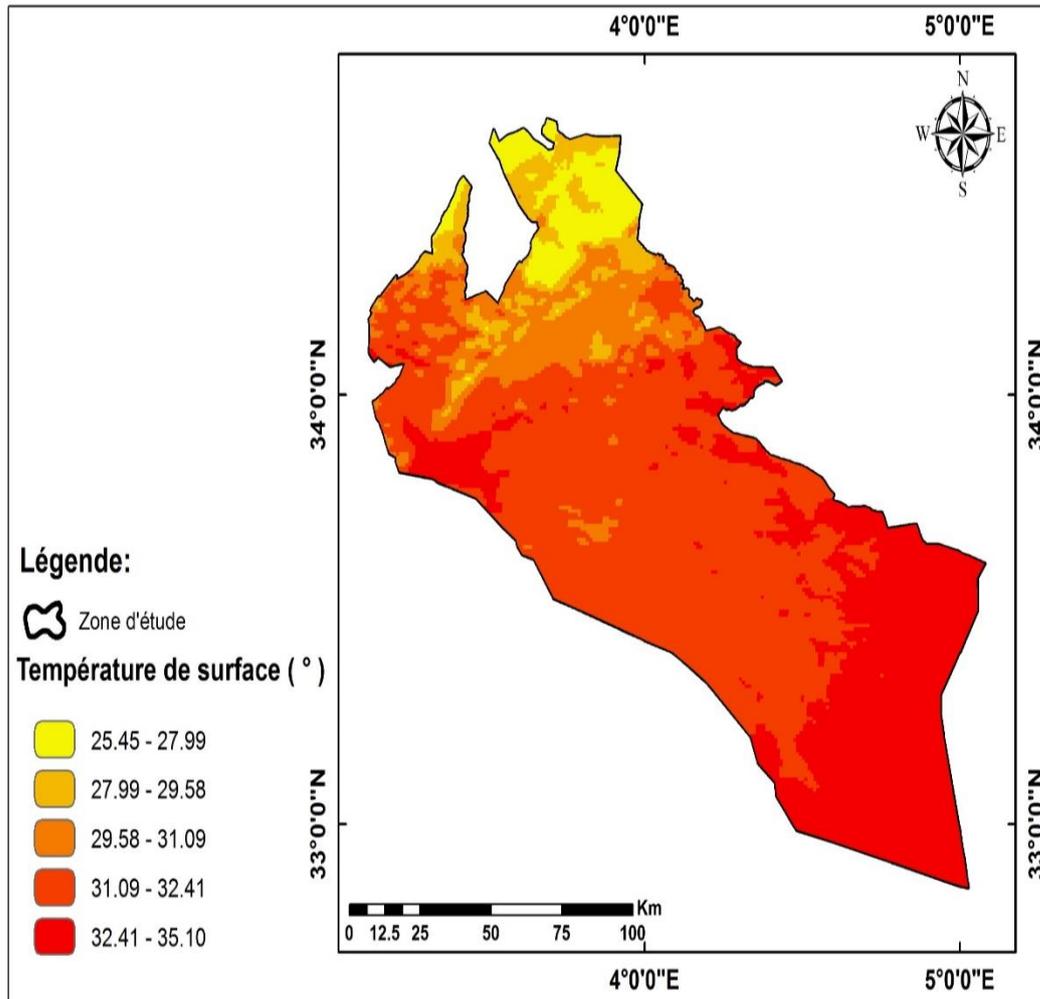


Figure 07 : Carte des températures de la région de Messaad

### II.3.3. Diagramme Ombro-Thermique de Gaussen et Bangoul :

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bangoul est une méthode graphique qui permet de définir le climat sec et humide de l'année ou sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T) avec  $P=2T$ .

Le diagramme ombrothermique de la région de Messaad montre une période de sécheresse de 04 mois (juin, juillet, Aout, septembre.) Et la période humide qui dure 08 mois de janvier à mai et d'Octobre à Décembre.

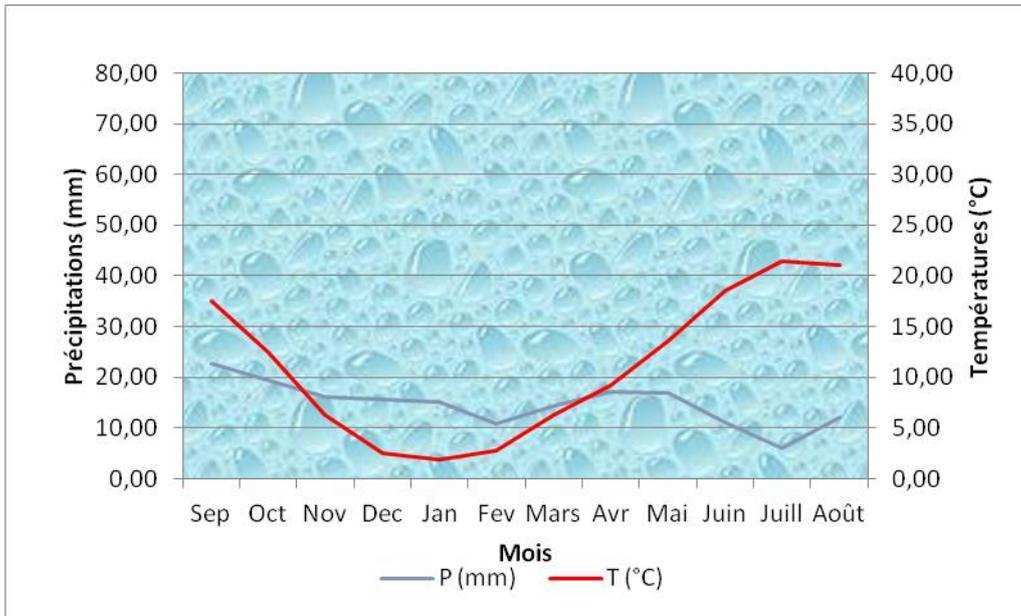


Figure 08 : Diagramme Ombro-Thermique de Bangoul et Gausсен entre (1981-2018)

### II.3.4.Vents

Les vents sont généralement orientés vers l'ouest et le nord-ouest ainsi que le vent siroco qui souffle en été (du mois de mai jusqu'à août) qui sont à un grand effet sur l'augmentation de phénomène d'érosion éolienne.

Tableau 04 : Variation mensuelles des vents dans la commune de Messaad Entre (1981-2018)

Mois	Jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc	moy
V (m/s)	3.31	3.61	4.45	5.00	4.66	4.65	3.82	3.92	3.92	3.40	3.07	3.39	3.93

Source : climats engine + traitement d'étudiante (personnelle)

Selon le tableau 04 et la figure 08, Les mois les plus venteaux sont respectivement mars (4.45 m/s) avril (5.00 m/s) mai (4.66 m/s) juin (4.65 m/s). Par contre le mois de janvier ou la vitesse de vent est faible (3.31m/s).

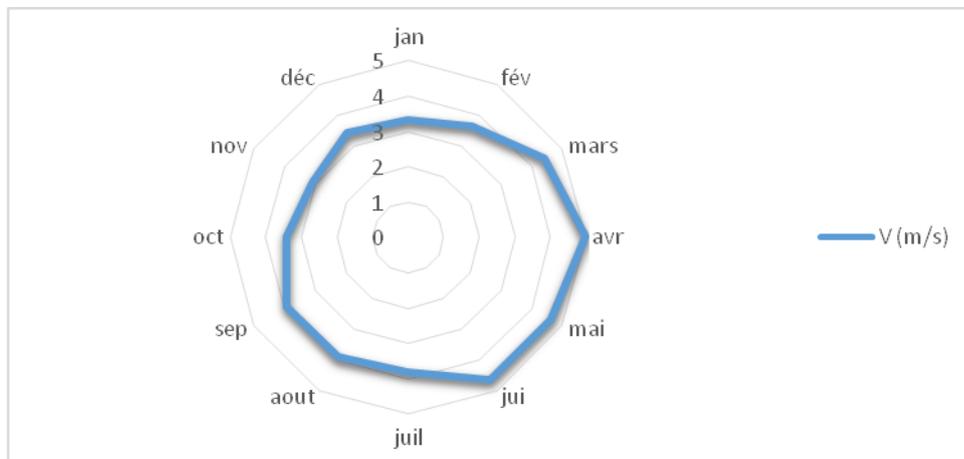


Figure 09 : Rose de Vent des vents dans la commune de Messaad Entre (1981-2018)

## II.3. 5. Notion du bilan hydrique

Le bilan d'eau global correspond à une équation entre les apports et les pertes qui influent directement sur la variation des réserves. Ainsi pour déterminer le bilan de la région étudiée, il est indispensable d'évaluer ses composantes (infiltration, ruissellement et évapotranspiration). Pour cela, nous nous sommes basées sur les données de la station de Messad pour une période d'observation de 38 ans (1981-2018).

L'excédent des précipitations sur l'évapotranspiration potentielle est emmagasiné dans le sol. Ce qu'il augmente les réserves (RU) jusqu'à ce que ce dernier soit saturé.

### II.3.5.1 Bilan du Station de Messad

Les graphes de la figure 10 montrent que la RFU (réserve facilement utilisable) commence à se reconstituer à partir du mois de décembre pour atteindre une valeur maximale de l'ordre de 12,2 mm aux mois de janvier. Elle diminue jusqu'à ce qu'elle soit totalement épuisée au mois de Mars, l'apparition du déficit agricole (DA) à partir du mois de Mars jusqu'au mois de Octobre. L'ETP atteint son maximum au mois de juillet (207,2 mm) et son minimum au mois de janvier (8,5 mm). On peut constater que notre bilan hydrique est déficitaire durant toute l'année sauf les mois allant du mois de Décembre jusqu'au mois de Mars (Tableau 05). Enfin on peut constater que notre bilan hydrique est déficitaire durant toute l'année (figure 09).

**Tableau. 05** : Bilan hydrique selon la méthode de THORNTHWAITE de la station de Meskiana

Mois	Tp	IT	CL	ETPC	Pr	BH	CH	VR	RU	ETPR	Def	Exc
S	23,66	10,5	1,03	109,2	22,58	-86,6	-0,8	0,0	0,0	22,6	86,6	0,0
O	17,85	6,9	0,97	60,2	19,47	-40,8	-0,7	0,0	0,0	19,5	40,8	0,0
N	11,41	3,5	0,86	22,8	16,05	-6,8	-0,3	0,0	0,0	16,1	6,8	0,0
D	7,61	1,9	0,81	10,0	15,5	5,5	0,6	5,5	5,5	10,0	0,0	0,0
J	6,73	1,6	0,87	8,5	15,2	6,7	0,8	6,7	12,2	8,5	0,0	0,0
F	8,46	2,2	0,85	12,8	10,7	-2,1	-0,2	-2,1	10,2	12,8	0,0	0,0
M	12,09	3,8	1,03	30,5	14,4	-16,1	-0,5	-10,2	0,0	24,6	6,0	0,0
A	16,17	5,9	1,10	56,6	17,05	-39,6	-0,7	0,0	0,0	17,1	39,6	0,0
M	21,47	9,1	1,21	106,7	17	-89,7	-0,8	0,0	0,0	17,0	89,7	0,0
J	26,98	12,8	1,22	165,9	11,08	-154,8	-0,9	0,0	0,0	11,1	154,8	0,0
J	30,07	15,1	1,24	207,2	6,03	-201,1	-1,0	0,0	0,0	6,0	201,1	0,0
A	28,66	14,1	1,16	176,9	12,11	-164,8	-0,9	0,0	0,0	12,1	164,8	0,0
<b>Annuel</b>	<b>17,6</b>	<b>87,4</b>		<b>967,2</b>	<b>177,2</b>	<b>-790,1</b>				<b>177,2</b>	<b>790,1</b>	<b>0,0</b>

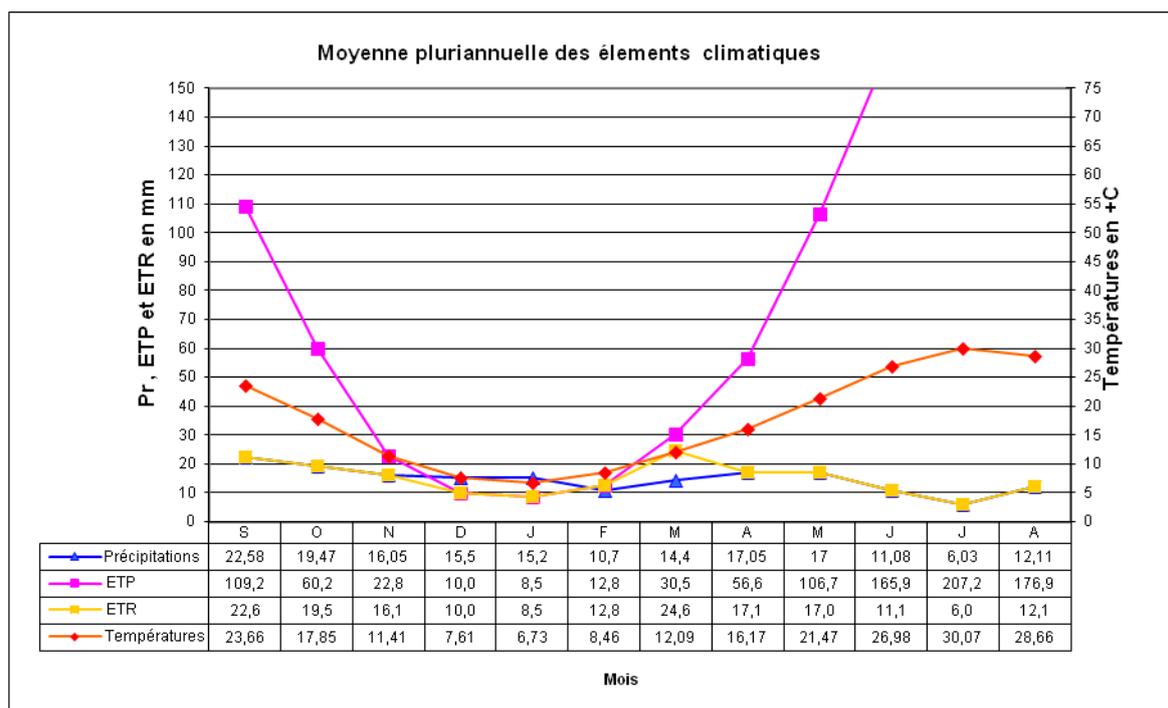


Figure 10 : Graphe présente le bilan d'eau ( P , ETP , ETR , T ) .

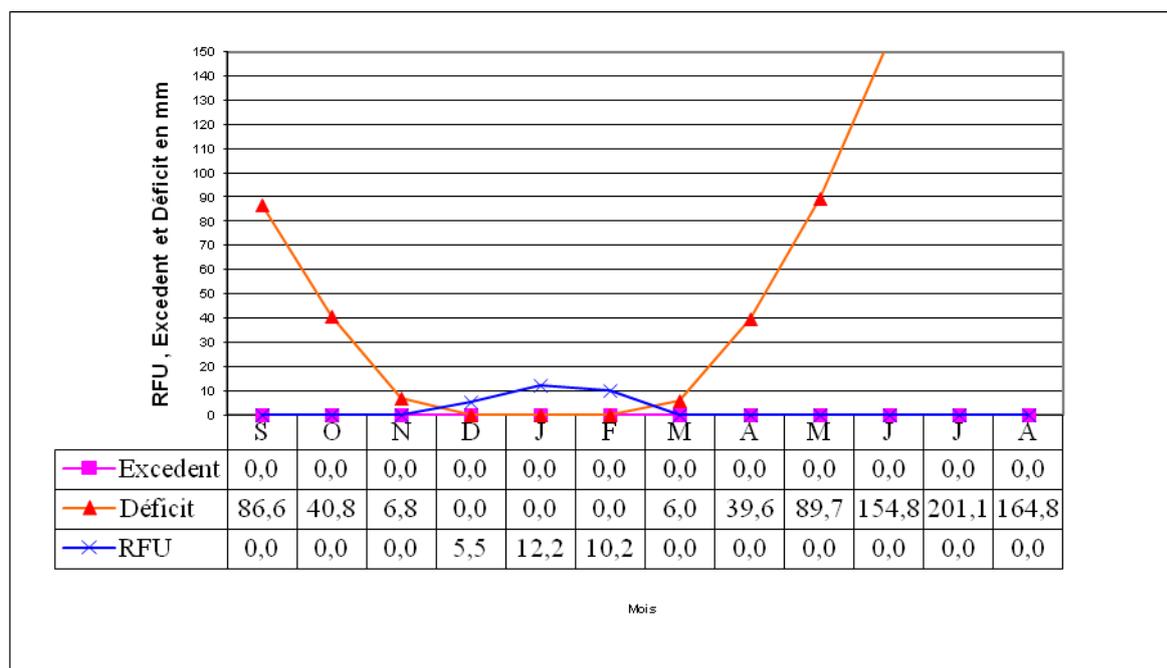


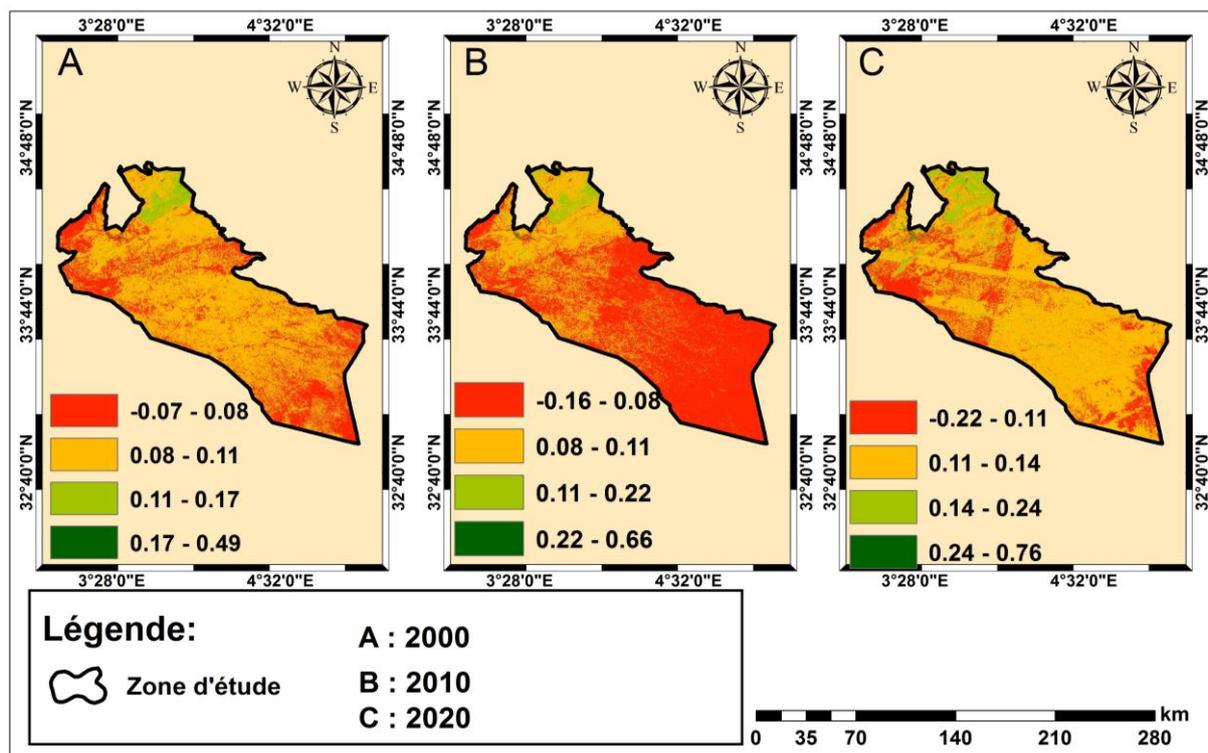
Figure 11 : graphe présente le bilan d'eau (RFU, DA, EX).

## **II.3.6.Sécheresse**

Le climat, la végétation et la sécheresse peuvent être surveillés de différentes manières grâce aux observations au sol, aux données météorologiques et climatiques maillées et à la télédétection aérienne et par satellite. L'accès aux images satellite et aux collections météorologiques de Google Earth Engine(GEE) permet une surveillance efficace de la sécheresse en temps quasi réel grâce à des analyses statistiques de la température de surface, de la végétation, des précipitations, de la couverture de neige, des eaux de surface, de l'humidité du sol, de l'évapotranspiration et de simples bilans hydriques.

### **II.3.6.1.Indice de végétation par différence normalisée (NDVI)**

Le manque d'eau disponible pour la végétation en période de sécheresse limite la croissance et la productivité de la végétation. La chlorophylle, qui est le pigment des feuilles des plantes, absorbe fortement la lumière rouge (de 0,6 à 0,7  $\mu\text{m}$ ) pour la photosynthèse. La structure cellulaire des feuilles réfléchit fortement la lumière proche infrarouge (de 0,7 à 1,1  $\mu\text{m}$ ). L'ampleur de l'absorption et de la réflexion de la lumière rouge et proche infrarouge est fortement fonction de la surface foliaire et de la vigueur de la végétation. L'imagerie satellitaire a longtemps été utilisée pour évaluer les différences de réflectance des plantes et pour déterminer leur distribution spatiale. Un indice d'image satellite courant de la vigueur de la végétation est l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) (Huete et al, 1985; Jackson et Huete, 1991), qui varie de -1 à 1, avec  $\sim 0,5$  à 1 représentant une vigueur élevée de la végétation.



**Figure.12 :** variation spatiotemporelle de l'indice NDVI dans la région de Messaad  
 Les cartes ci-dessus illustrent la variation spatio-temporelle du NDVI dans la région de Messaad pour les années 2000, 2010 et 2020.

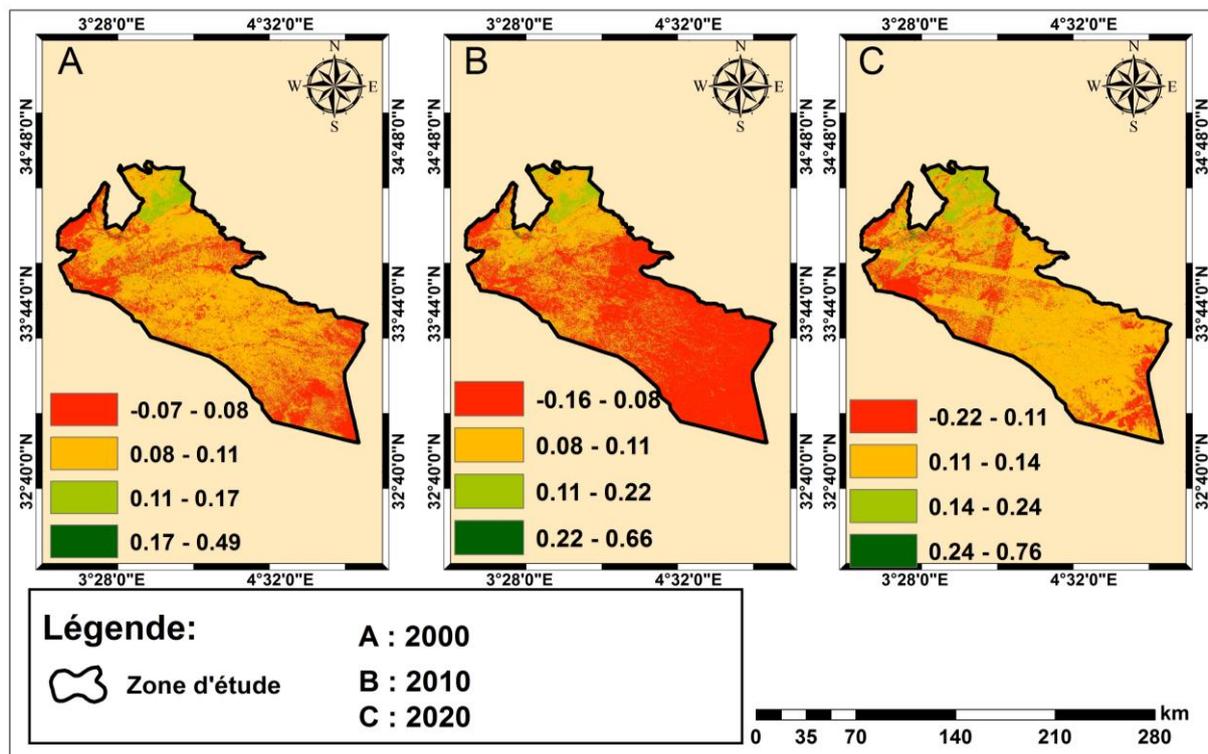
A travers l'analyse visuelle des cartes, on constate une nette augmentation de la masse végétale, se traduisant par une réelle extension de la surface du couvert végétal, principalement située dans la partie nord-est et nord de la zone.

Pour la période 2000-2010, on remarque que le couvert végétal est caractérisé par une forte densité dans la partie nord-est de la région (Amoura), où l'indice varie entre 0,11 et 0,22, alors que l'on retrouve les sols nus situés au centre et au sud de la zone d'étude avec un taux très faible varie de 0,07 à 0,08

La carte pour l'année 2020 montre une augmentation significative de la densité de la végétation dans la partie nord-est, ce qui correspond à une valeur NDVI comprise entre 0,14 et 0,24.

### II.3.6.2. Indice de végétation amélioré (EVI)

L'indice de végétation amélioré est un indice de végétation commun qui a été développé pour optimiser le signal de végétation et améliorer la sensibilité afin d'améliorer la surveillance de la végétation grâce à un découplage du signal de fond de la canopée et des influences atmosphériques (Liu et Huete, 1995). Comme le NDVI, la sécheresse peut être visualisée en calculant des séries chronologiques et des anomalies spatiales d'EVI.



**Figure.13 :** variation spatiotemporelle de l'indice EVI dans la région de Messad

Les cartes ci-dessus illustrent la variation spatio-temporelle du EVI dans la région de Massaad pour les années 2000, 2010 et 2020.

A travers l'analyse visuelle des cartes, on constate une nette augmentation de la masse végétale, se traduisant par une réelle extension de la surface du couvert végétal, principalement située dans la partie nord-Est de la zone.

Pour la période 2000-2010, on remarque que le couvert végétal est caractérisé par une forte densité dans la partie nord-est de la région (Amoura), où l'indice varie entre 0,11 et 0,22, alors que l'on retrouve les sols nus situés au centre et au reste de la zone d'étude avec un taux très faible varie de -0,07 à 0,08.

La carte pour l'année 2020 montre une augmentation significative de la densité de la végétation dans la partie nord-est, ce qui correspond à une valeur EVI comprise entre 0,14 et 0,24.

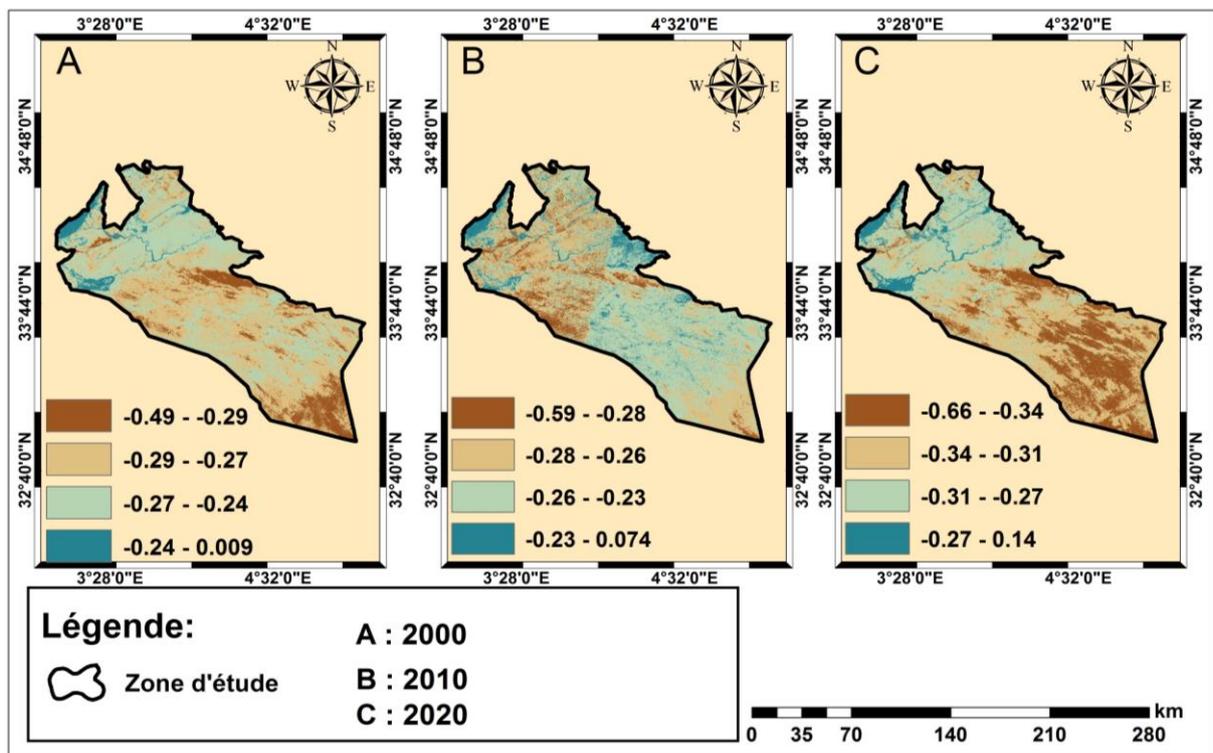
### II.3.6.3. Indice d'eau à différence normalisée (NDWI)

L'indice de différence d'eau normalisé peut être utilisé pour évaluer la teneur en eau liquide de la végétation ou les zones inondées d'eau (Gao, 1996). Le NDWI est utile pour évaluer la réflectance des couvertures végétales qui ont des propriétés de diffusion similaires, mais une absorption d'eau liquide légèrement différente en raison de la teneur en eau du couvert végétal. En conséquence, le NDWI est sensible aux changements de la teneur en eau liquide

du couvert végétal et des zones d'eau libre. La plage commune de NDWI pour la végétation verte est de -0,1 à 0,4, 0,4 indiquant une teneur élevée en eau de la végétation. Climate Engine fournit quelques versions différentes de NDWI, utilisant des différences normalisées de différentes bandes, ce qui peut être plus utile pour différentes applications:

- $NDWI (NIR / SWIR1) = (NIR - SWIR1) / (NIR + SWIR1)$
- $NDWI (VERT / NIR) = (VERT - NIR) / (VERT + NIR)$
- $NDWI (VERT / SWIR1) = (VERT - SWIR1) / (VERT + SWIR1)$
- $NDWI (VERT / SWIR2) = (VERT - SWIR2) / (VERT + SWIR2)$
- $NDWI (SWIR1 / VERT) = (SWIR1 - VERT) / (SWIR1 + VERT)$

où NIR = bande proche infrarouge, VERT = bande verte, SWIR1 = bande 1,55 - 1,75 micromètre, SWIR2 = bande 2,08 - 2,35 micromètres.



**Figure.14 :** variation spatiotemporel de l'indice NDWI dans la région de Messaad

Les cartes ci-dessus illustrent la variation spatio-temporelle du NDWI dans la région de Massaad pour les années 2000, 2010 et 2020.

A travers l'analyse visuelle des cartes on constate une nette concentration des ressources hydriques dans la partie Nord de la zone.

Pour l'année 2000 on remarque que les ressources hydriques se concentrent dans la partie nord de la zone où l'indice varie entre -0.27\_-0.24 et dans la partie Nord-Ouest avec où l'indice varie entre -0.24\_-0.009 et alors que l'on retrouve les sols nus situés au sud de la zone d'étude avec un taux très faible varie de -0.49 à -0.29.

Pour l'année 2010 on constate que la concentration en eau s'est déplacée vers la partie Sud de la région où l'indice varie entre -0.26 et -0.074.

Pour l'année 2020 on constate une forte concentration des ressources hydriques dans la partie Nord de la zone où l'indice varie entre -0.31 et 0.14 et le reste de la zone présente les sols nus caractérisés par une disparition de l'eau où l'indice varie entre -0.66 et -0.31.

## **II.4. Hydrologie**

Les réseaux hydrographiques sont caractérisés par leur densité et par l'existence des Oueds qui sont d'origine pluviale ou souterraine qui proviennent soit directement, soit par ruissellement (kerzabi 2017).

L'oued Messaad est le cours d'eau principale il est généralement à sec mais il se traverse de la ville aussi est alimenté par la nappe alluviale qui est pourvue en eau à partir des sources de la nappe albienne qui affleure en amont de la ville.

L'oued traverse la plaine de l'ouest à l'est jusqu'au kheneg Demed où il franchit en cluse les derniers chaînons atlasiques puis débouche dans la plaine saharienne et conflue avec l'oued Djedi sur sa rive gauche, l'oued Messaad reçoit de nombreux affluents formant au réseau de drainage naturel de la plaine de Mrekhat el-Ouissat est inclinée vers le sud.

Le réseau hydrographique de la partie sud de la ville est constitué par l'oued Messaad et plusieurs telweg (chaabet Zaid, chaabat Sidi-Nail, chaabet Essouk..etc). Ces dernières délimitées par des lignes de crêtes sont de direction Sud Nord.

Elles forment des sous bassins versants juxtaposés, quasiment, en parallèle ces dernières ont pour exutoire soit l'oued ou les jardins situés dans la partie basse de la ville.

La configuration du réseau hydrographique est celle d'un demi-arrêté ce réseau s'inscrit dans un bassin versant de forme allongée, la collecte des eaux de pluies au niveau du sud de la ville se fait latéralement tandis que leur évacuation s'effectue transversalement.

L'oued Messaad est à sec, presque, le long de son parcours sauf au moment des crues. A sept kilomètres, en amont de l'agglomération de Messaad, les grès albiens affleurent dans la vallée de l'oued et donnent naissance à plusieurs sources. Leurs eaux s'infiltrent à travers les alluvions et alimentent une nappe alluviale abondante. Les eaux de cette nappe se manifestent sur une distance de vingt kilomètres jusqu'à Kef El-Bordj.

## **II.5. Hydrogéologie**

Les terrains affluents dans la région de Messaad, présentent les caractéristiques hydrogéologiques suivantes :

**Aptien :**

Entièrement imperméable, il est composé en majeure partie des marnes et des schistes alternant avec quelque niveau calcaires.

Les intercalations calcaires contiennent de petites réserves d'eau dans l'anticlinal de Djebel Zerga alimentent des sources insignifiantes.

**Albien :**

Il est représenté par une puissante série de grès, sable et argile, il contient plusieurs niveaux aquifères et constitue un réservoir très important alimentant la quasi-totalité des sources

**Cénomaniens :** Il est presque totalement imperméable, le cénomaniens et le turonien dont les affleurements sont très étendus ne constituent que des réservoirs insignifiants et ne présente aucun intérêt hydrogéologique

**Mio-pliocène :**

Il est découpé profondément par la vallée des oueds et des eaux de pluies sont immédiatement drainées vers l'oued Messaad.

La nappe alluviale, au Sud de l'oued Messaad, s'étend jusqu'aux moyennes terrasses occupées par les jardins. Aux abords immédiats du lit majeur de l'oued Messaad, le niveau statique de la nappe alluviale est variable entre 4 à 5 et 12 mètres. La nappe albienne resurgit en amont de la ville de Messaad. A la limite aval de Saifi le niveau statique de la nappe albienne est à 22,50 mètres de profondeur par rapport au terrain naturel. Au Nord de l'oued Messaad, le niveau statique de la nappe albienne est à – 38.00 mètres.

**Tableau 06 : hydrogéologie de la ville de Messaad**

<b>Désignation</b>	<b>Nappe</b>	<b>Profondeur(m)</b>
Oued Messaad et basses terrasses	•	04 à 05
moyennes terrasses	•	≈12
Partie Ouest de la ville		
ZHUN		≈38
Dachra el Gueblia		
Cite Atlas		
Dachra dahraouia		
Dachrat Nouaoura		
Saifi (partie basse)	•	22,50
Demmed	•	
Quartier si Abdelkader ben Brahim		

**Source :** DHW Djelfa2020

L'absence des études la quantité d'eau souterraine dans la région n'est pas bien déterminée et dépend essentiellement. De l'irrigation et de fournir la ville en eau potable, on trouve 09 puits profonds pour usage domestique ont un débit estimé à 259l/s et se distribuent sur 08 réservoirs de stockage. D'une capacité de 11650 m<sup>3</sup> y a deux réservoirs d'entre eux sont en mauvais état à la périphérie de la ville il y a plusieurs puits profonds réservés pour l'arrosage surtout à HANIET OULED SALEM dans l'entrée Nord-Ouest de la ville, Et la zone TAADMIT au Nord-Est de la ville

### **III. Etude socio-économique de la ville de Messaad**

Avant d'approcher une quelconque étude de planifications, d'aménagement ou de développement, une analyse démographique est indispensable car la population est considérée comme étant un volet important. L'avantage d'une étude démographique est de fournir des éléments de classification et de faire apparaître des données qui sont de plus intérêt pour analyser des besoins d'équipements et de services (Pierre George 1974)

#### **III.1. Evolution de la population**

Le recensement du nombre de la population (démographie) aux différents horizons prend en considération la croissance naturelle de la population résidente. La croissance naturelle de la population tient compte du taux de fécondité et du taux de la mortalité exprimé en termes d'espérance de vie.

La ville Messaad a connu selon les 04 recensements (1977, 1987, 1997, 2008) et estimation de 2019 une croissance démographique très importante. Car la population est passée de 20580 habitants en 1977 à 97091 habitants en 2008. Le tableau suivant montre cette évolution.

**Tableau 07 :** Evolution de la population de la ville de Messaad

<b>Années</b>	<b>Nombre de pop</b>	<b>Croissance</b>	<b>Taux d'accroissance</b>
<b>1977</b>	20580	/	/
<b>1987</b>	47460	26880	8,71
<b>1998</b>	75552	28092	4,27
<b>2008</b>	97091	21539	2,6

Source RGPH (77, 87, 97, 2008)

D'après le tableau 07 on peut citer 05 évolutions de la population, cette augmentation de la population s'explique par :

- l'amélioration des conditions sociales reflétée par la croissance du taux de natalité et la baisse du taux de mortalité.
- l'exode rural à la recherche de sécurité, ou de travail.

- La création de la zone industrielle avec l'implantation de nombreuses unités de production.
- la présence d'un grand nombre d'équipements et de services.

La période entre (1977-1987) a été caractérisée par une croissance de la population élevée. Le nombre d'habitants est passé de **20580** personnes en 1977 à **47460** personnes en 1987 avec un taux d'accroissement de 8,71%. L'élévation du taux de croissance est due dans cette période à l'essor de la zone industrielle et aux divers équipements et s'ajoute l'exode rural postindépendance qui ont accompagné l'évolution de la ville de Messaad est devenue chef de lieu de Daïra (1974)

La période entre (1987-1998) est caractérisée par une évolution lente du taux d'accroissement de la ville. De 1987 à 1998, le nombre de la population est passé de 47460 habitants à **75552** habitants et un taux d'accroissement de 4.27%. En dehors des deux facteurs cités plus haut qui sont à la base de l'accroissement rapide de population de la ville, on peut montrer d'autres ; Il s'agit d'abord de la situation sécuritaire, Ensuite, il y a la sécheresse. Cette dernière a entraîné l'exode rural.

La période entre (1998-2008) Cette période a montré que la population a augmenté de **75552** habitants en 1998 à **97091** habitants en 2008 avec un taux d'accroissement de 2.6% et **136875** en 2019 avec un taux d'accroissement de 2,8%, cette augmentation est due à l'amélioration des conditions sociales reflétée par la croissance du taux de natalité et baisse de taux de mortalité.

## **III.2. Structure de la population**

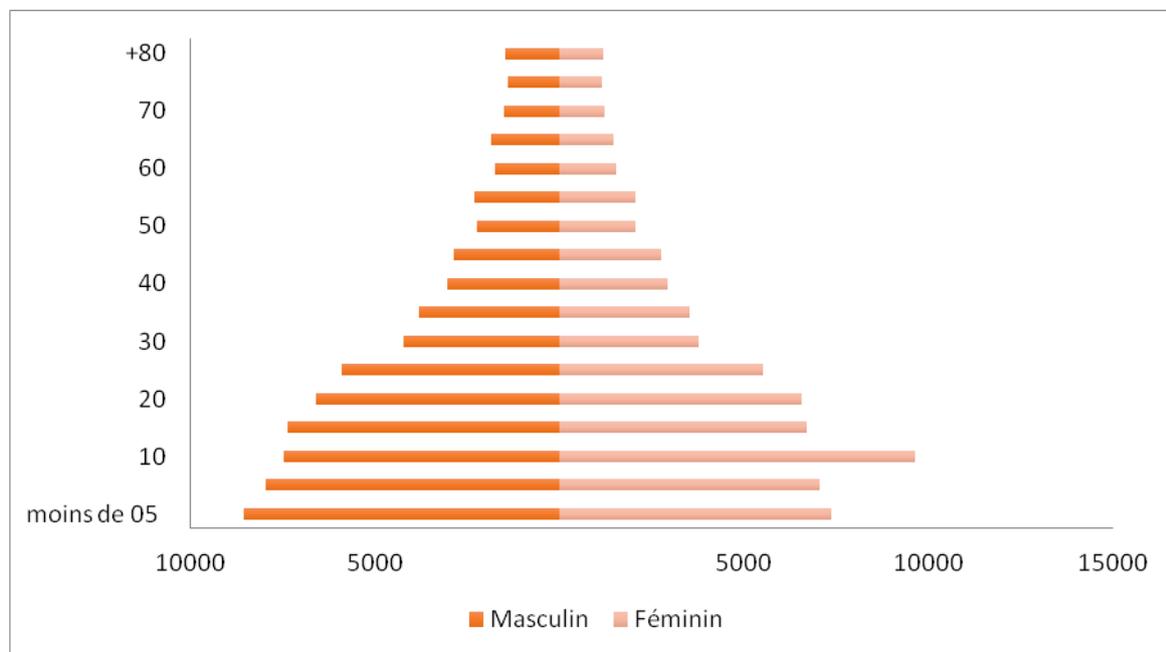
La structure de la population est un aspect important, car ce critère quantitatif et qualitatif de la population (la structure par âge et sexe) nous permet de connaître les capacités humaines dans chaque catégorie et mieux prévoir les besoins futurs à satisfaire en matière d'équipements et emplois. L'âge est sans conteste l'un des principaux paramètres à cerner en dynamique des populations. Sa connaissance est la base des études de croissance, de recrutement et de mortalité. (J. Badia ~ et T. Do Chi 1976).

### **III.2.1. structure de la population selon le groupe d'âge et sexe**

Les besoins d'une population changent selon les critères liés à l'âge et au sexe, la structure par âge révèle la situation d'un pays s'il est jeune ou vieux, sa capacité de production, aussi le dynamisme de la population et ses besoins futurs. Quant à la structure par sexe permet de connaître s'il y a un équilibre entre les deux sexes. De ce fait ressort l'importance de cet élément dans toutes les analyses socio-économiques de la pyramide des âges de la population

de la ville de Messaad (la ville représente 95,31% de la commune) a été établie selon l'estimation 31/12/2019 la structure d'âge de la population dénote une forte jeunesse de la population.

La figure 15 montre la répartition de la population par âge et sexe, nous pouvons repartir la population selon les différentes tranches d'âge.



**Figure 15 :** pyramide d'âge de la population dans la ville de Messaad

### III.3. Emploi

D'après les définitions démographiques relatives à l'emploi, la population active est l'ensemble des personnes en âge de travailler déclarant occuper un emploi (population occupée) ou en chercher une (population au chômage). Cette notion regroupe donc la population active occupée, qui comprend les personnes qui exercent effectivement une activité professionnelle et les chômeurs. Elle exclut les inactifs qui, par convention, regroupent à la fois les enfants, les étudiants, les personnes âgées, les femmes au foyer et les jeunes du Service National

**Tableau 08 :** Répartition de la population active et non active de la ville Messaad (2008)

Population active	Taux d'activités (%)	Population occupée	Taux d'occupation (%)	Population aux chômages	Taux de chômages (%)
62805	61,07	5863	9,34	56942	90,66

*Source : DPAT*

Le tableau 08 montre que la population active dans la ville de Messaad est estimée à 62805 personnes. Soit un taux d'activité de 61.07% de la population totale de la ville de Messaad, qui est supérieur au taux d'activité de la wilaya qui est 27,30% La population occupée représente 5863 personnes ; ce qui donne un taux d'occupation de 9,35% de la population active totale de la ville, Ceci implique un taux de chômage 90,66%.

Les activités économiques sont à l'origine de la vitalité et du dynamisme caractérisant le paysage urbain des villes, la disposition spatiale de différents éléments de l'organisme urbain des villes et dans une large mesure tributaire de la disposition des activités de production et de celles des services, c'est par les activités économiques que les systèmes de centralités s'établissent sur l'espace et que les modèles d'urbanisation engendrent

**Tableau 09 : Répartition de la population occupée par branche d'activité**

<b>Secteur économique</b>	<b>Branche d'activités</b>	<b>Population occupée</b>	<b>%</b>
Secteur primaire	Agriculture	482	8.22
Secteur secondaire	Industrie	161	2.25
	BTP	1133	19.32
Secteur tertiaire	Services	4087	69.71
Total	-	5863	100

*Source : DPAT(2008)*

D'après le tableau 09 on constate que la majorité des occupés travaillent dans le secteur de tertiaire Ils représentent 69.71% du total, à la seconde place viennent les BTP avec un taux de 19.32%. Ensuite on trouve l'agriculture et l'industrie viennent respectivement par 482 et 161 actifs.

### **III.4. Répartition spatiale de la population**

La répartition de la population sur une superficie déterminée. La densité représente un moyen de mesure fondamental dans l'étude de la relation entre la population et l'espace la densité de la population est 693.38 hab/km<sup>2</sup>. parties de l'espace où se groupent certains types d'équipements, notamment ceux des services. En se basant sur les données du RGPH 2008 et la superficie de la commune, nous arrivons à identifier la densité correspondante

Densité= le nombre de la population / la superficie totale

$$\text{Densité} = 102453/15080 = 6,79$$

$$\text{Densité} = 7 \text{ habitants/km}^2.$$

Cette hétérogénéité de la densité de la population dans la ville de Messaad est due à plusieurs facteurs comme la typologie de l'habitat, le niveau de vie (la pauvreté), la concentration de la situation des services et des activités...etc.

La commune de Messaad est caractérisée par une mauvaise répartition spatiale de la population, 50,14% de la population totale se trouve concentré au niveau d'ACL. Les agglomérations secondaires comptent 1554 soit 20,07% de la population communale, personnes réparties surtout sur les bonnes terres agricoles.

Selon la figure 16 Montre la répartition de la population par districts de l'agglomération chef-lieu de messaad. On remarque une mauvaise répartition spatiale de la population où une grande partie de cette population est concentrée dans la partie nord et sud-ouest de la ville, puis on constate une déclinaison de cette concentration dans les parties centre et Est de la ville, et on constate aussi qu'elle est presque inexistante dans des parties au nord (district 13 et 21).

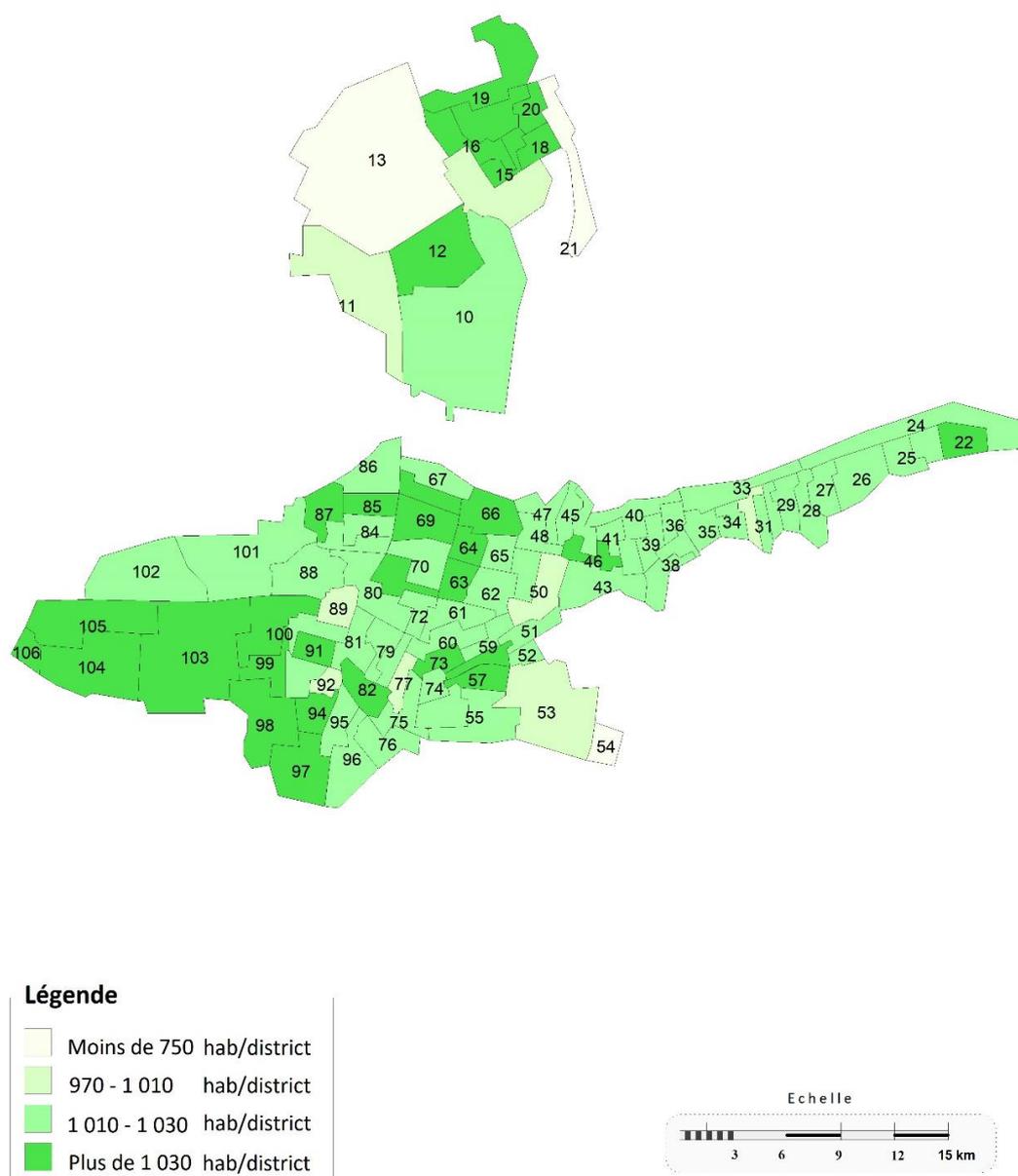


Figure 16 : répartition de la population par districts de la ville de Messaad

### III.5. Structure urbaine

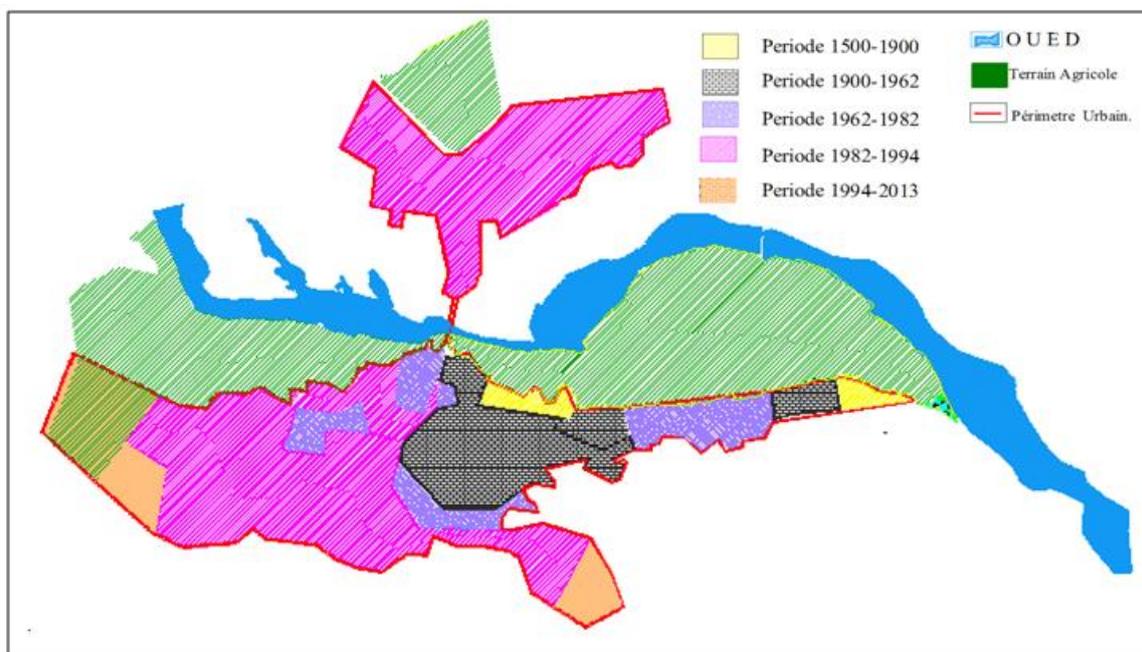
Parmi les composantes du tissu urbain, l'habitat est l'un des éléments les plus intéressants à analyser, car la fonction résidentielle est souvent dominante dans l'espace urbain.

Le parc logements a connu ces dernières décennies (de 1980 à 2020) une évolution très importante au sein de la ville de Messaad. Pour mieux comprendre la situation générale de l'habitat il faut déterminer son évolution et sa topologie. Selon le tableau 10 on constate que l'habitat individuel forme la grande tranche d'habitat dans la ville de Messaad.

**Tableau 10:** Evolution de nombre de logements selon les modes d'habitation dans la ville de Messaad (1987-2020)

Types d'habitation	1987	1998	2008	2020
<b>Collectif</b>	1449	1590	1979	4108
<b>Individuel</b>	5675	7035	7687	8897
<b>Traditionnel</b>	214	300	2218	2593
<b>Précaire</b>	214	118	258	346
<b>Totale</b>	7383	9043	12142	15947

Source : OPGI(2020)



**Figure17 :** Evolution de l'urbanisme de la ville de Messaâd

### III.6. Occupation du sol

La majorité de la surface est occupé par de l'habitat qui présente 80 % de la surface totale, avec une prédominance de l'habitat individuel qui occupe environ 324 hectare. L'habitat

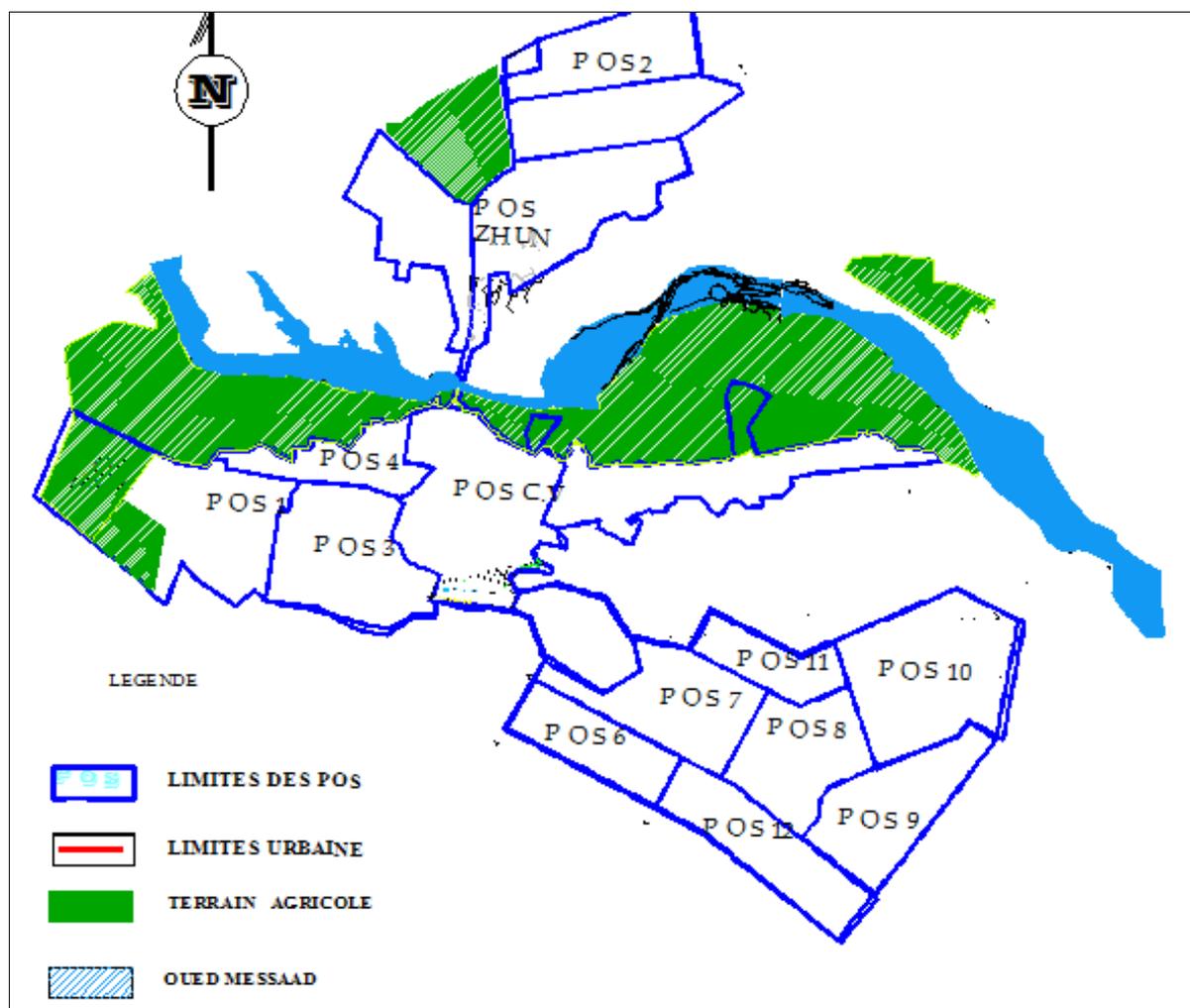
semi-collectif et collectif caractérisé par une occupation verticale du sol représente 12,8 % de la surface totale. La zone industriels occupe environ 52 hectare, les équipements 30 hectares.

**Tableau 11** : Composition du tissu urbain existant

Designation	Habitat Individuel	Habitat. semi-collectif	Habitat collectif	Equipements et autres	Total
Surface (ha)	324,96	65	51,56	66,23	507,75
%	64	12,8	10,15	13,05	

### III.6.1. Plan d'occupation du sol de la ville de Messaad (POS)

Le plan d'occupation des sols « POS » est un instrument réglementaire de gestion urbaine et communale. Il revêt un caractère obligatoire pour la commune qui l'initie dans le but de fixer des règles spécifiques pour l'urbanisation de parties ou de la totalité de son territoire et la composition de leur cadre bâti.



**Figure 18:** plan d'occupation du sol de la ville de messaad.

Le P.O.S est constitué d'un ensemble de documents d'urbanisme qui définit les modalités opérationnelles d'aménagement et les règles et servitudes d'occupation pour un territoire

communal ou une partie de ce territoire, à moyen terme (5a10 ans). La ville de Messaâd est composée de 12 POS.

- POS PROJETES OU EN COURS (02, 06, 07, 08, 09, 10, 11,12)
- POS ACHEVES ) EXISTANTS (01, 03, 04,05.
- POS/ Z.H.U.N et POS entrée de la ville. Ce sont des POS révisés.

**Tableau 12 : Plans d'occupation des sols de la ville de Messaâd**

POS	Superficie Ha	Situation
POS 01	67	Coté Sud route Touggourt
POS 02	69	Lotissements Nord
POS 03	98	Route Touggourt
POS 04	46	Route Boussaâda
POS 05	45	Sud -est du centre la ville
POS 06	51.22	Sud –est de la ville
POS 07	80.80	Sud -est de la ville
POS 08	62.80	Sud- est de la ville
POS 09	87.80	Sud est la ville
POS 10	122	Sud est la ville
POS 11	37.70	Sud est la ville
POS 12	72.70	Sud est la ville
POS ZHUN	110.50	ZHUN
POS entrée de la ville	78.20	Centre ville

Source: PDAU révisé

**Conclusion:**

La Ville de Messaad située au carrefour très important de la wilaya de Djelfa et des autres wilayas, la commune bénéficie d'une situation géographique stratégique.

La région d'étude est constituée par des affluements de toute la série crétacé. La ville de Messaad fait partie d'un climat semi-aride, caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et chaude avec une saison froide et humide, elle est marquée par une pluviométrie irrégulière avec une moyenne annuelle relativement faible et un bilan hydrique déficitaire durant toute l'année.

En conclusion On constate une importante croissance démographique par conséquent une évolution significative des équipements et des constructions des logements tout ceci augmente le débit des rejets des eaux usées dans l'Oued Messaad.

A blue decorative graphic element consisting of a rounded rectangular shape with a gradient, positioned to the left of the chapter title.

# Chapitre II

---

*Matériel et méthode*

## Introduction

Après la présentation de la majorité des éléments qui constituent le cadre naturel de la zone d'étude, nous abordons maintenant le chapitre qui consiste à définir les données utilisées et la méthodologie adoptée. Pour ce faire, nous allons dresser un diagnostic sur la mobilisation des ressources en eau. Ensuite, nous avons essayé de faire une description de la méthodologie et de l'outil utilisé.

## I. Données nécessaires

### I.1. Mobilisation des ressources en eaux

Par l'intermédiaire de plusieurs réseaux maillés et ramifiés (110 km de linéaire), avec des matériaux différents variant entre PEHD, l'acier et l'amiante ciment, anciens et nouveaux (environ 50 % en amiante ciment, 20 % en acier, le reste rénové en PEHD en 2005). Ces réservoirs sont alimentés à partir de dix (10) forages.

**Tableau 13 : Caractéristiques des forages**

Forage	Nappe	X	Y	Prof (m)	Débit exp l/s
<b>D6</b>	BARREMIEN	573 440	397 480	290	14
<b>F3</b>	BARREMIEN	571 400	395 300	250	15
<b>ZHUN</b>	BARREMIEN	570 850	397 500	200	33
<b>Zone de Dépôt</b>	BARREMIEN	570 650	397 800	200	16
<b>El Hania</b>	BARREMIEN	570 300	396 250	200	15
<b>F4</b>	BARREMIEN	575 618	395 988	250	13
<b>F5</b>	BARREMIEN	575 618	395 988	250	12
<b>F8</b>	BARREMIEN	581 215	397 823	250	14
<b>FZI</b>	BARREMIEN				14

Source : DRE Djelfa 2020

L'alimentation de la ville de Messad se fait à partir des forages, d'un débit total de **146 l/s**, le refoulement se fait par des conduites vers des réservoirs de stockage qui assure la distribution à la population, actuellement l'alimentation en eau potable de la ville de Messaad s'effectue par sept (07) réservoirs :

- deux (02) réservoirs posés de capacité 3000 m<sup>3</sup> (est et ouest)
- deux (02) réservoirs posés de capacité 1000 m<sup>3</sup> (centre et est)

- un réservoir surélevé de capacité 500 m<sup>3</sup> (ZHUN)
- un réservoir posé de capacité 150 m<sup>3</sup> (HANIAT OULED SALEM)
- un réservoir surélevé de capacité 100 m<sup>3</sup> (HANIAT KAABACHE)

### I.2.Réseau des eaux potables

La ville est approvisionnée par un réseau long de 125.62 km raccordant ainsi plus de 85.9% des cités de la ville, Elle dispose de 07 réservoirs d'une capacité globale 10650 m<sup>3</sup> et 02 châteaux d'eau d'une capacité globale estimés à 600 m<sup>3</sup>.

**Tableau 14:** Réseaux des eaux potables de la ville

Etat et longueur de réseau AEP			
Longueur total (km)	bon état	moyen	mauvais
125,62	75,3	8,21	8,21

*Source : DRE Djelfa(2020)*

### I.3.Réseaux d'assainissement

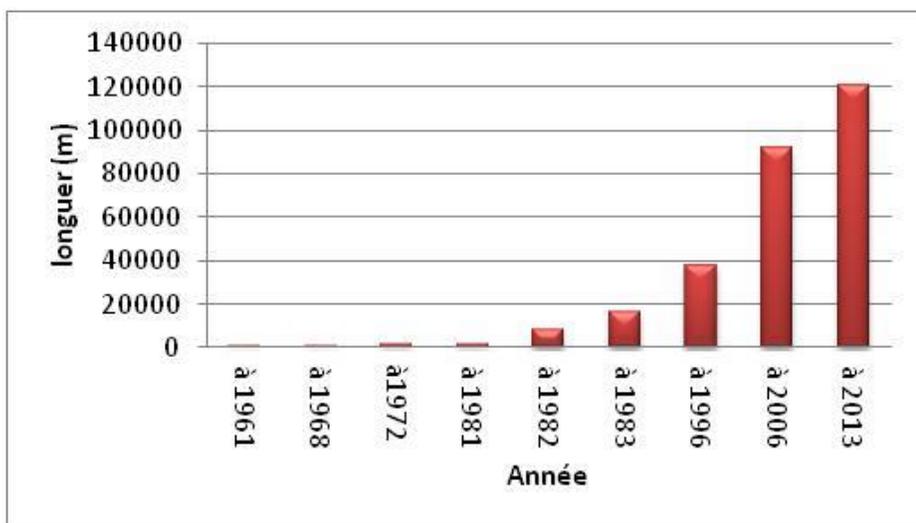
L'eau distribuée pour l'alimentation en eau potable n'est pas réellement consommée, elle est rejetée en qualité dégradée (eaux usées), elle est polluée, son rejet sans précaution risque bien souvent de provoquer des contaminations préjudiciable à la santé publique et à l'environnement.

Il est donc indispensable de l'évacuer par un réseau spécial de canalisation.

C'est à partir de 1980 que la ville de Messaâd commence à se doter d'un réseau d'assainissement collectif. Le démarrage des travaux d'assainissement des quartiers : Demmed, Dechret Enneouaoura, Dechra El Gueblia, Dechra Edhahraouia. Saifi, Partie Ouest de la ville et la ZHUN. En 1983 la canalisation de Chaabet Zid a été réalisée par un collecteur qui démarre de la rue Med Chaabani à Oued Messaâd et en 1984 le quartier Saifi à bénéficié d'un réseau d'assainissement.

La ville de Messaâd est dotée d'un réseau d'assainissement, ce réseau a été réalisé par étape, au fur et à mesure de l'extension de la ville.

- Système pseudo séparatif : Partie Sud de la ville de Messaâd
- Système Unitaire : Collecteurs principaux : Chaabet Zid ,Chaabet Essouk Chaabet Sidi Nail
- Système Unitaire / Partie Nord / El Qods , ZHUN ..



**Figure 19:** Evolution du réseau d'assainissement de la ville de messaad

La ville dispose de deux réseaux à système unifié long de 111 km l'un sert le coté Est de la ville (la rive Est de oued Messaad), l'autre sert la rive Ouest pour déverser dans le canal principal parallèle à oued Messaad.

**Tableau 15:** les réseaux d'assainissement de la ville

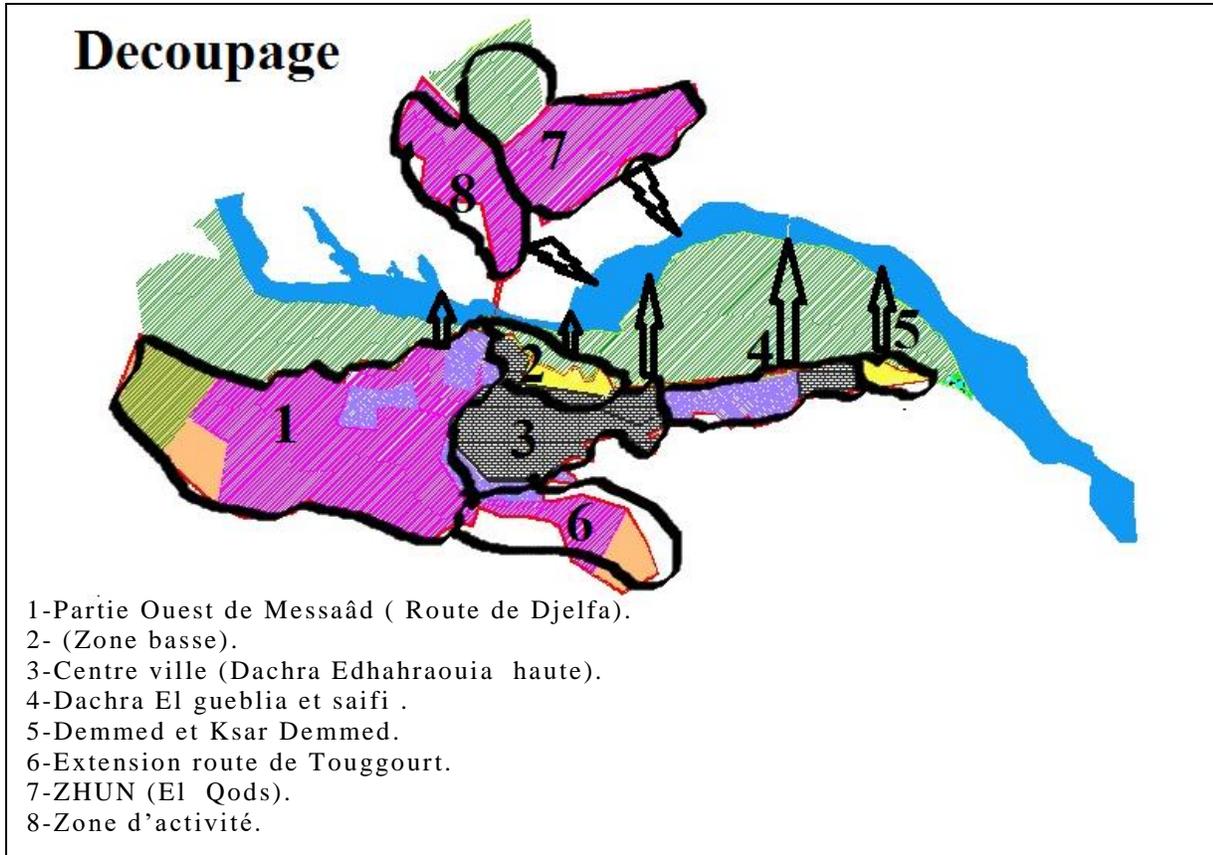
Etat de longueur de réseau d'assainissement			
Longueur totale (km)	bon état (Km)	moyen état (km)	mauvais état (km)
111.00	40.00	65.00	25

Source : ONA Djelfa(2020)

Le rejet de ces eaux usées se fait actuellement par des collecteurs principaux qui aboutissent à un collecteur longeant l'Oued qui déverse dans l'Oued de Messaad. Il y a lieu de mentionner que le nombre de rejets à été évalué à huit points (figure 19), le tableau suivant révèle quelques caractéristiques de ces rejets.

**Tableau 16 :** Rejets du Réseau d'Assainissement de la ville de Messaad

Designation des Rejets	Ecoulement	Section
Chaabet Ziad	Fort	2.00m x 0.50m
Ø 400 mm	Faible	Ø 400 mm
Canal des E.P- deversoir d'orage- Collecteur:C-Sidi-Nail	Faible	1.50m x 0.90m
Chaabet Essouk	Fort	Ø 1000 mm
Chaabet Saifi	Fort	Ø 1100 mm
Ksar Demmed	Moyen	Ø 400 mm
ZHUN:Zone 1 et 2	Fort	Ø 1000 mm
Cité El-Quods	Moyen	Ø 500 mm



**Figure 20 :** Points de rejets des eaux usées de la ville de Messaad

Le milieu récepteur des eaux usées des villes Messaâd est l'oued Messaâd qui traverse la plaine de l'Ouest à l'Est jusqu'au Kheneg Demmed où il franchit en cluse les derniers chaînons Atlastiques puis, débouche dans la plaine saharienne et conflue avec l'oued Djedi.

Tous les rejets, du réseau d'assainissement de la ville de Messaâd sont collectés dans un collecteur principal de diamètre 1000 mm, prolongé de 8 km pour recevoir les eaux usées d'El guehra et Selmana , Zaouia, el Bordj déversent leurs eaux usées à l'oued Messaâd (près de l'agglomération d'El Guehra).



**Figure 21** : Etat de rejet final en aval de Messaad

## **II. Description de la méthodologie**

Notre démarche de travail dans cette étude s'appuie sur l'utilisation du logiciel WEAP (Water Evaluation And Planning) qui a été développé par le « Stockholm Environment Institute » (SEI 2008). WEAP est l'un des outils numériques de planification intégrée des ressources en eau, c'est une plate-forme de modélisation qui permet l'évaluation intégrée du climat d'un bassin versant, l'hydrologie, l'utilisation des terres, les infrastructures et les priorités de gestion de l'eau (YATES D. and al.2005); son fonctionnement se base sur le principe de la comptabilité de l'équilibre de l'eau. L'utilisateur représente le système des sources d'approvisionnement (rivières, aquifères, réservoirs), le retrait, la demande en eau et les exigences de l'écosystème (HERVE L. and al. 2003).

Afin de maintenir les moyens de subsistance des populations, la gestion de l'eau doit être adaptée. Le logiciel du système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP) a été largement utilisé pour examiner des systèmes d'eau complexes dans le secteur de la planification des ressources en eau dans le monde entier (IRENE M. JOHANNSEN. 2016).

En Algérie, WEAP a été utilisé dans différentes régions. Un modèle a été appliqué sur les bassins versants de l'ouest du pays, pour évaluer et analyser l'équilibre actuel et prévu des scénarios futurs de gestion des ressources en eau en prenant en compte les différentes politiques

et les facteurs opérationnels qui peuvent affecter la demande jusqu'en 2030 (HAMLAT A and al 2012). Un autre modèle a été développé pour simuler les bilans hydriques actuels et évaluer les stratégies de gestion de l'eau dans la région de Annaba (AOUN-SEBAITI B and al. 2013).

(SARRA MANSOURI and al 2016) ont réalisés une étude plus large sur le bassin de Seybouse (Annaba) et côtier Est de Constantine (El-Taref), dont l'objectif est la planification interrégionale et analyse des ressources en eau à l'aide du modèle WEAP ,pour estimer la demande en eau et l'analyse des utilisations multiples et concurrentes de l'hydro-système et faire une comparaison avec les estimations de stockage d'eau proposées.

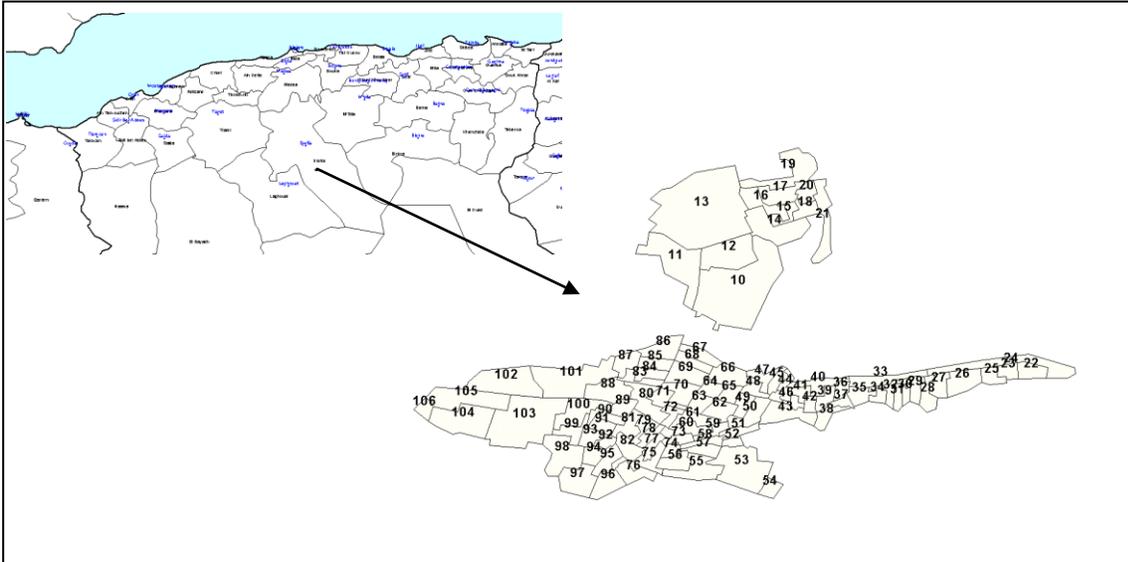
(BOUKLIA-HASSANE R.2016) ont élaboré un modèle pour étudier la gestion des ressources en eau dans cette région dans un cadre unifié qui prend en compte à la fois l'évolution de la demande en eau des différents sites et les processus hydrologiques dans les bassins versants qui déterminent en grande partie le volume d'eau mobilisable Ressources. (BOUZNAD IMAD EDDINE and al. 2016) et al En appliqués le logiciel WEAP pour développer un système d'aide à la décision(SAD) afin de modéliser les ressources en eau et les usages, évaluer l'équilibre de la balance besoins-ressources et analyser la situation future de l'eau selon différents scénarios. (Abdel-Fatah BERREDJEM et al. 2017) ont mis l'accent sur la modélisation de l'offre actuelle et future et de la demande en eau dans la région septentrionale de la vallée de Seybouse.

Nous avons opté pour la méthode d'approche du modèle WEAP, car la gestion des ressources en eau nécessite la connaissance de la situation actuelle de futur de cette ressource ; et cela afin de modéliser les ressources disponibles, les besoins en eau en eau potable de la population et les rejets des eaux usées de la ville de Messaad.

L'exécution de WEAP nécessite l'entrée d'une grande base de données pour chaque élément du réseau. La structure des données et le niveau de détail peuvent être facilement personnalisés pour répondre aux exigences d'une analyse particulière et pour refléter les limites imposées lorsque les données sont limitées (YATES D. and al.2005).

### **II.1. Analyse et traitement des données nécessaires**

Dans cette partie, il s'agit de créer une carte de la zone d'étude. On peut utiliser des cartes traitées avec des logiciels de traitement cartographique (SIG) en particulier Arcview. Cette carte va servir comme fond des dessins des éléments nécessaires pour pouvoir faire la simulation tels que : les emplacements urbains, les rivières, les sources d'eaux souterraines, les réservoirs, les barrages, les industries, les sites agricultures et les autres types d'emplacement selon l'étude.



**Figure 22 :** Carte de la zone d'étude dans le logiciel WEAP.

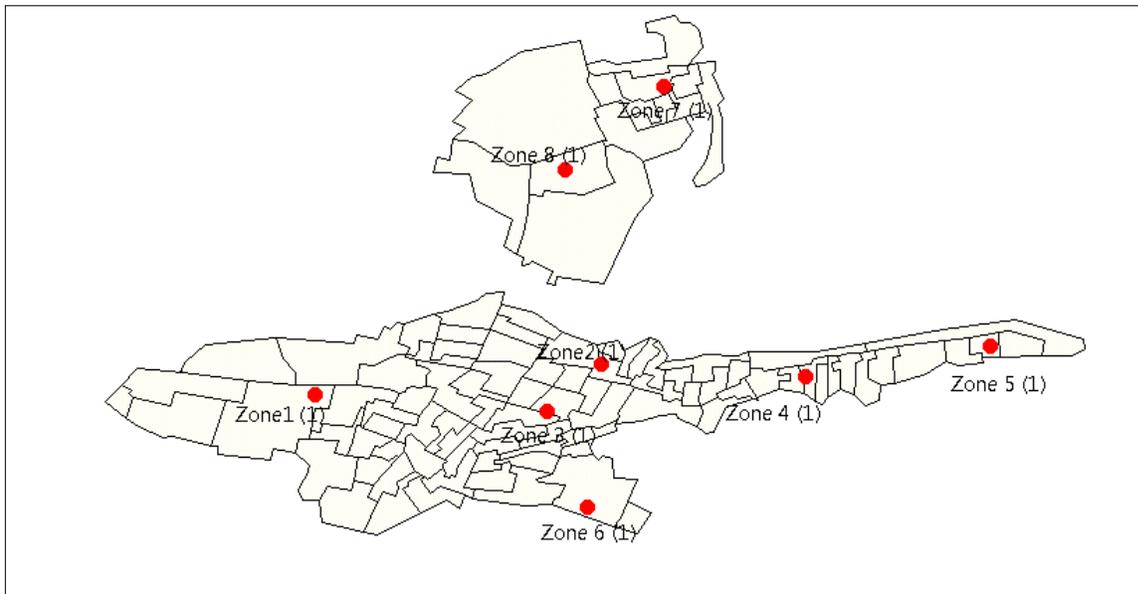
La méthodologie adoptée a reposé en premier lieu sur la construction d'une base de données (BD) cartographique (3 couches) :

Couche 1 : zones urbaines où chaque zone englobe des districts qui ont le même collecteur de rejet.

Un site de demande est mieux défini comme un ensemble d'utilisateurs d'eau qui partagent un système de distribution physique, qui se trouvent tous dans une région définie ou qui partagent un point d'approvisionnement de prélèvement important. Vous devez également décider de regrouper les demandes dans des sites de demande agrégés (par exemple, les comtés) ou de séparer les principales utilisations de l'eau en sites de demande individuels. Le niveau d'agrégation est généralement déterminé par le niveau de détail des données disponibles sur l'utilisation de l'eau. Les données sur la demande peuvent ne pas être disponibles pour des sites individuels, mais peuvent être disponibles uniquement pour une unité plus grande telle qu'une ville ou un comté. Outre les données, votre définition des sites de demande peut également dépendre du niveau de détail souhaité pour votre analyse.

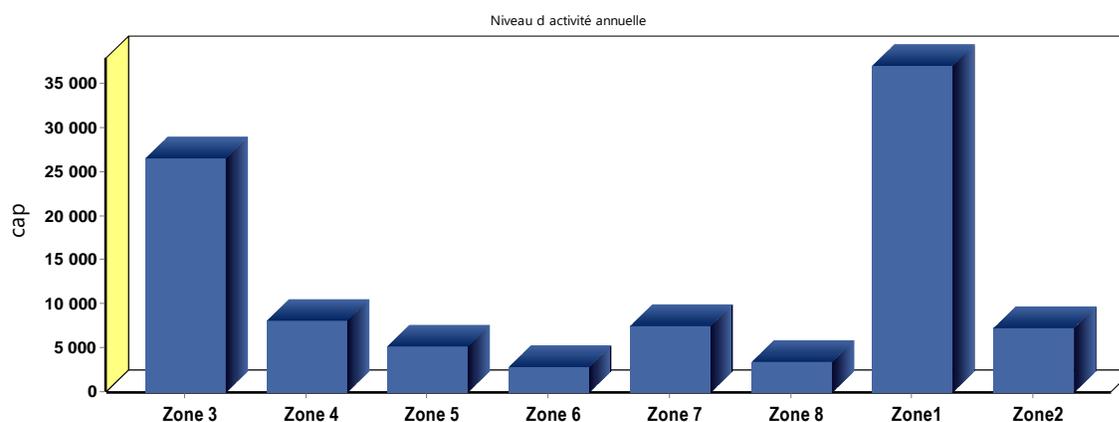
Lors de la définition des sites de demande, il est utile d'inventorier l'infrastructure physique réelle, comme les stations de pompage, les installations de prélèvement, les usines de traitement des eaux usées et les champs de puits. Vous devez réfléchir attentivement à la configuration de l'ensemble du système de demande et d'approvisionnement, y compris les liens entre les approvisionnements et les demandes. Vous devez également prendre en considération les détails

de l'image de la comptabilité de l'eau que vous souhaitez présenter, les utilisations clés de l'eau et les sources d'approvisionnement et points fluviaux clés qui doivent être suivis, décrits et évalués.



**Figure 23 :** Répartition des sites de demande

Le niveau d'activité annuelle qui détermine la demande tel que le nombre d'utilisateurs de l'eau pour des motifs domestiques ou le niveau de consommation d'eau par unité d'activités. Donc, la demande annuelle représente le montant d'eau exigé par chaque demande. Les pertes, la réutilisation, et l'efficacité sont estimées séparément. La consommation de l'eau est calculée en multipliant le niveau de l'activité annuel par un taux d'usage de l'eau. Les Niveaux de l'activité sont utilisés dans l'analyse de la demande en eau de WEAP comme une mesure d'activité sociale et économique.



**Figure 24 :** Population de chaque site de demande (niveau d'activité annuelle par personne)

Couche 2 : Champs de captage des forages

Couche 3 : Oued de Messaad (récepteur des rejets de la ville).

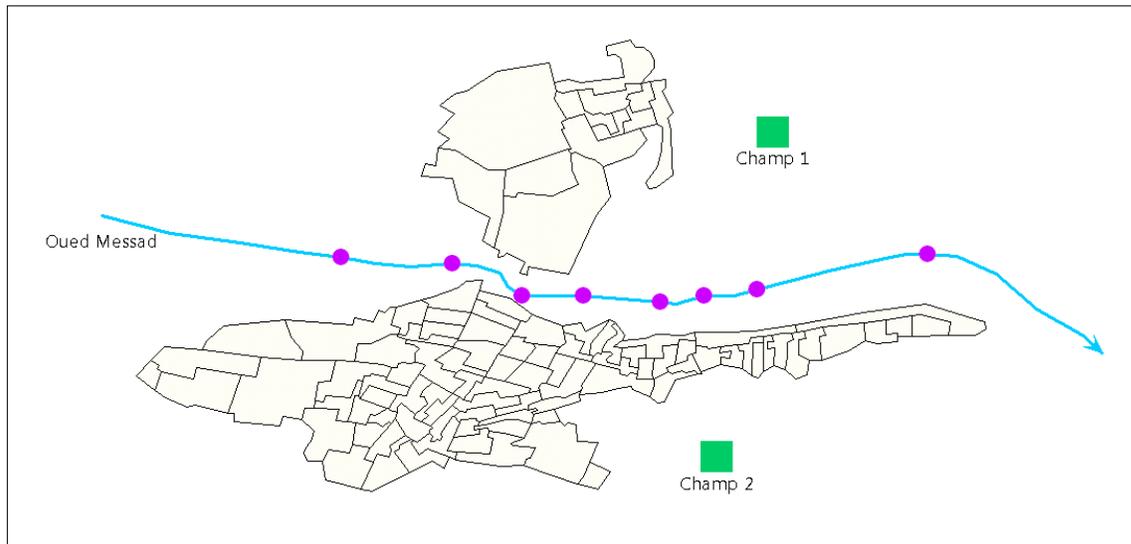


Figure 25 : Champs de captage d’approvisionnement

En deuxième étape, il est élaboré un modèle conceptuel du système de mobilisation des eaux de surface sur le logiciel Water Evaluation And Planning (WEAP). La troisième étape a consisté en l’établissement des relations entre les nœuds du modèle conceptuel avec la BD. Ce travail a abouti à la construction d'un outil de modélisation des besoins en eau des 8 sites urbains ainsi que les débits dans les liaisons de connexions et les liaisons de retour.

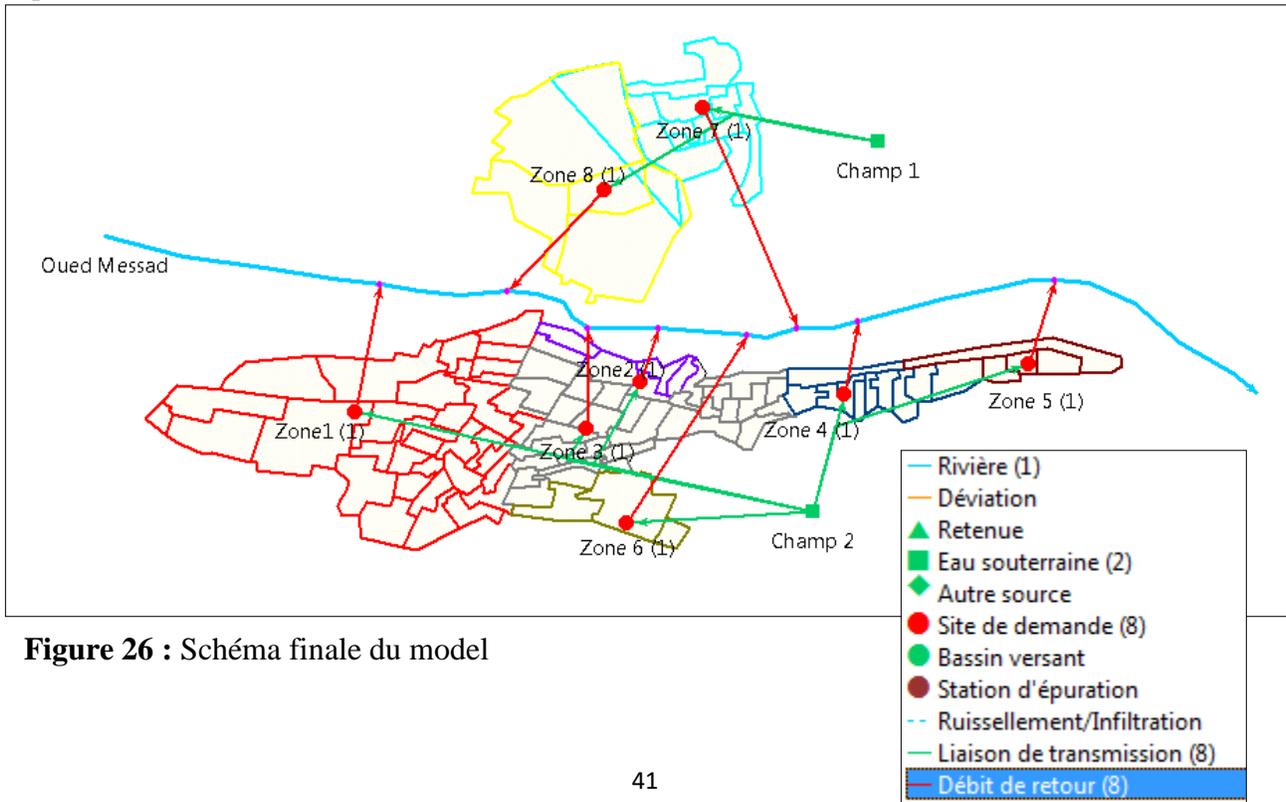


Figure 26 : Schéma finale du model

Chaque site de demande a besoin d'une liaison de transmission depuis sa source et, le cas échéant, d'une liaison de retour soit directement vers une rivière, une station d'épuration ou un autre emplacement. Le site de demande ne peut pas être placé directement sur la rivière. Le système de priorité défini par l'utilisateur détermine l'ordre des allocations aux sites de demande.

### **II.2.Liens de transmission**

Les liaisons de transport fournissent de l'eau de surface (nœuds de réservoir et nœuds de prélèvement), des eaux souterraines et d'autres approvisionnements pour satisfaire la demande finale sur les sites de demande. En outre, les liaisons de transport peuvent fournir des sorties des eaux usées des sites de demande et des usines de traitement des eaux usées vers d'autres sites de demande pour réutilisation. WEAP utilise deux systèmes définis par l'utilisateur pour déterminer l'allocation de l'eau le long de chaque liaison de transport chaque mois, comme décrit dans Priorités d'allocation de l'eau.

### **II.3.Liens de retour**

L'eau qui n'est pas consommée sur un site de demande peut être dirigée vers un ou plusieurs sites de demande, des usines de traitement des eaux usées, des nœuds d'eaux de surface ou souterraines. Les flux de retour sont spécifiés en pourcentage du débit sortant.

Le flux de retour de l'usine de traitement des eaux usées peut être dirigé vers un ou plusieurs sites de demande, nœuds fluviaux ou sources d'approvisionnement locales. Tout comme les flux de retour des sites de demande, ils sont spécifiés en pourcentage du flux sortant

### **II.4.Réglage des paramètres**

Dans cette partie, les paramètres temps devraient être réglés. Créer une année de comptes courants pour le projet. Dans cette étude, nous limitons entre 2008-2040 pour toutes informations sur le système (sites de demandes, données d'approvisionnement, etc.).

Les informations économiques, démographiques et d'utilisation de l'eau sont utilisées pour construire des scénarii alternatifs qui examinent la façon dont la consommation totale et désagrégée de l'eau évolue au fil du temps. Ces scénarii de demande sont calculés dans le WEAP et appliqués de façon déterministe à un algorithme d'affectation basé sur un programme linéaire. L'analyse de la demande est le point de départ pour conduire une analyse intégrée de la planification de l'eau, étant donné que tous les calculs d'approvisionnement et de ressource dans le WEAP sont menés par la routine d'optimisation qui détermine la livraison finale à chaque nœud de demande, selon les priorités spécifiées par l'utilisateur.

De nombreuses variantes peuvent être créées et simulées par l'introduction des modifications sur le compte actuel pour évaluer les effets dus aux changements des règles et technologies de gestion.

#### **II.4.1. Développent des scénarios**

Un scénario de référence est établi à partir du compte actuel, dans lequel toutes les données de base sont introduites, pour simuler la même évolution du système sans intervention. Le scénario de référence couvre la période 2008-2040, il traduit une projection des tendances courantes sans changements majeurs ; il sert comme point de comparaison pour les autres Scénarios dans lesquels des changements de données du système peuvent être réalisés. Les dotations journalières introduites pour ce Scénario sont celles utilisées par les institutions officielles des services hydrauliques de la wilaya de Djelfa (120 l/j/hab).

Les projections des tendances de la population sont modifiées avec le taux d'accroissement actuel selon RGPH 2008 est de l'ordre de 2,3(pendant la période de projection, Les consommations annuelles d'eau sont les mêmes que celles du compte actuel et les pertes dues aux fuites d'eau sont estimées à plus de 40%.

Ensuite nous avons proposé 4 scénarios où Les informations économiques, démographiques, physiques et d'utilisation de l'eau sont utilisées pour construire des scénarii alternatifs qui examinent la façon dont la consommation totale et désagrégée de l'eau évolue au fil du temps (Fig.4). Ces scénarios sont élaborés par l'introduction d'expressions mathématiques sous formes d'hypothèses clés traduisant les différents cas de figures à examiner. Dans notre cas nous avons proposé 5 hypothèses clés basés essentiellement sur le taux d'accroissement de la population, extension de la ville (selon PDEAU), amélioration des réseaux de distributions et des dotations théoriques et une enquête sur le terrain.

Une enquête est une activité organisée et méthodique de collecte de données sur des caractéristiques d'intérêt d'une partie ou de la totalité des unités d'une population à l'aide de concepts, de méthodes et de procédures bien définis. Elle est suivie d'un exercice de compilation permettant de présenter les données recueillies sous une forme récapitulative utile.

Tout d'abord nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont pris la peine de répondre à notre questionnaire, le but de celui-ci est de savoir la quantité d'eau utilisé par chaque personne,

la période de déroulement est à partir du 1 juillet 2020 pendant une durée de 25 jours, elle a été créée par google forms à la ville de Djelfa. On a ciblé toutes les catégories sociales (les adultes, les jeunes...etc.) avec un Echantillonnage : Aléatoire simple non probabiliste. On a interrogé 120 personnes, nous avons essayé de poser des questions qui ont une relation directe avec l'utilisation de l'eau domestique :

**Question 01** : Le sexe

**Question 02** : l'âge

**Question 03** : La quantité d'eau potable consommée par jour ?

**Question 04** : Le nombre de fois que vous utilisez les toilettes par jour ?

La quantité d'eau utilisée dans les toilettes ?

**Question 05** : La quantité d'eau d'ablution utilisée dans la journée ?

**Question 06** : Le nombre de fois que vous vous douchez par semaine ?

La quantité d'eau utilisée pour chaque douche ?

**Question 07** : La quantité d'eau utilisée au travail ?

**Question 08** : Le nombre de fois que vous nettoyez la maison par semaine ?

La quantité d'eau utilisée pour nettoyer la maison ?

**Question 09** : La quantité d'eau utilisée dans la cuisine par jour ?

Finalement, des scénarios « Quoi si » peuvent être créés pour changer le scénario « Référence » et évaluer les effets des changements des politiques ou des technologies, dans notre cas, les hypothèses principales sont:

- **Hypothèse 01** : Taux d'accroissement de la population fort 1,9 %.
- **Hypothèse 02** : Dotation réel selon la direction de l'hydraulique de Djelfa DRE
- **Hypothèse 03** : Dotation selon une enquête sur le terrain 100 l/personne
- **Hypothèse 04** : Augmentation de la dotation 150 L/j/personne.
- **Hypothèse 05** : Réduction des pertes de 20%.



Figure 27 : Organigramme de la création des scénarios.

## II.5. Présentation des méthodes de calcul

Les résultats se présentent sous forme de graphe ou de tableau. On aura les résultats de l'année de référence et des scénarios proposés.

### II.5.1. Demande annuelle

La demande en eau d'un site de demande (DS) est calculée comme la somme des demandes pour toutes les branches inférieures du site de demande (Br). Une branche de niveau inférieur est celle qui n'a pas de branches en dessous.

$$\text{Annual Demand } DS = (\text{Total Activity Level } Br \times \text{Water Use Rate } Br) \dots \dots (1)$$

Le niveau d'activité total pour une branche de niveau inférieur est le produit des niveaux d'activité dans toutes les branches de la branche inférieure jusqu'à la branche du site de demande.

$$\text{Total Activity Level } Br = \text{Activity Level } Br \times \text{Activity Level } Br' \times \text{Activity Level } Br'' \dots (2)$$

### II.5.2. Demande mensuelle

La demande pour un mois (m) est égale à la fraction de ce mois (spécifiée sous forme de données sous Demande \ Variation mensuelle) de la demande annuelle ajustée.

$$m = \text{Monthly Variation Fraction } DS, m \times \text{Adjusted Annual Demand } DS. (3)$$

### II.5.3. Flux de site de demande

La quantité fournie à un site à la demande (DS) est la somme des entrées provenant de ses liaisons de transmission. (Le flux vers le site de demande à partir d'une source d'approvisionnement (Src) est défini comme le flux sortant de la liaison de transmission les reliant, c'est-à-dire net de toute fuite le long de la liaison de transmission).

$$\text{Demand Site Inflow DS} = \text{Trans Link Out flow Src, DS} \dots (4)$$

Chaque site de demande a un besoin d'approvisionnement mensuel en eau, tel que calculé dans les calculs de la demande. L'apport sur le site de demande correspond à cette exigence, sauf en cas de pénurie d'eau due à des contraintes hydrologiques, physiques, contractuelles ou autres. Une partie de l'eau reçue par un site de demande ne sera pas disponible pour une utilisation ailleurs dans le système (c'est-à-dire parce que l'eau est consommée - perdue par évaporation, incorporée dans des produits ou non prise en compte - elle disparaît du système dans notre cas elle est de l'ordre de 85 %). Cette fraction de consommation est saisie comme données.

$$\text{Consommation DS} = \text{Demand Site Inflow DS} \times \text{Demand Site Consumption DS} \dots (5)$$

Parmi les apports non consommés, le reste s'écoule du site de demande, soit vers un autre site de demande pour réutilisation, vers une station d'épuration pour traitement, soit vers les eaux de surface ou souterraines. Tout site de demande réutilisant directement ce flux sortant prendra ce dont il a besoin. Le reste est envoyé vers les différentes destinations de retour. (Ces fractions de routage de flux de retour sont entrées en tant que données

### II.5.4. Flux de liaison de transmission

Dans une liaison de transmission d'une source d'approvisionnement (Src) à un site de demande (DS), la quantité livrée au site de demande (c.-à-d., Le flux sortant de la liaison de transmission) est égale au montant retiré de la source (c.-à-d. liaison de transmission) moins les pertes le long de la liaison.

$$\text{Trans Link Outflow Src, DS} = \text{Trans Link Inflow Src, DS} - \text{Trans Link Loss Src, DS} \dots (6)$$

Les pertes dans la liaison de transport représentent une fraction de son afflux, où les taux de perte sont saisis en tant que données (voir Approvisionnement et ressources \ Liaisons de transmission \ Pertes de transmission).

$$\text{Trans Link Loss Src, DS} = (\text{Trans Link Loss From System Src, DS} + \text{Trans Link Loss To Groundwater Src, DS}) \times \text{Trans Link Inflow Src, DS} \dots (7)$$

### II.5.5. Flux de lien de retour de site de demande

Les liaisons de retour des sites de demande transportent les eaux usées des sites de demande (DS) vers des destinations (Dest), qui peuvent être des usines de traitement des eaux usées ou des plans d'eau récepteurs. La quantité qui entre dans le lien est une fraction du flux de retour du site de demande (flux sortant moins le flux vers les sites de demande pour la réutilisation).

La quantité qui atteint la destination (c'est-à-dire le flux sortant du lien) est égal au flux sortant du site de demande (c'est-à-dire l'afflux vers le lien) moins les pertes le long du lien.

$$DS \text{ Return Link Outflow } DS, \text{ Dest} = DS \text{ Return Link Inflow } DS, \text{ Dest} - DS \text{ Return Link Loss } DS, \text{ Dest} \dots (8)$$

#### Conclusion:

Au cours de ce chapitre, on a utilisé une base de données afin de faire ressortir un schéma qui nous renseigne sur les ressources hydriques (forages) qui alimentent la population de Messaad en eau potable ainsi que la quantité des eaux usées déversées dans l'oued réparties sur 08 ponts le long de l'Oued.

Nous avons schématisé les données de ce phénomène dans le schéma final de Model (figure 26) on utilisant le logiciel WEAP afin de faire ressortir tous les scénarios et hypothèses plausibles projetés dans une période allant de 2008 à 2040.



# Chapitre III

---

*Analyses et discussion*

## Introduction

Pour mieux comprendre ce phénomène des rejets des eaux usées dans l'oued dont la vocation est la réception des eaux pluviales, et les impacts écologiques conséquence des rejets des eaux usées sur l'environnement, et pour faciliter la compréhension de ce phénomène nous allons faire une projection sur l'évolution de la population et les besoins en eau potable dans le futur. En schématisent cette évolution par quatre scénarios détail dans les schémas ci-dessous

### I. Demande en eau

Les sites de demande sont représentés par le nombre d'habitant actuel, calculé par le logiciel WEAP en utilisant le nombre de population et le taux d'accroissement l'année de base 2008.

#### I.1. Scénario de référence

Face à la croissance de la population des agglomérations, la demande en eau potable pour le scenario de référence augmente régulièrement entre 2008 et 2040, elle a augmenté de 4.2 millions de m<sup>3</sup> en 2008, pour atteindre en 2030 environ de 7 millions de m<sup>3</sup> et elle s'élèvera au total en 2050 à environ 9 millions de m<sup>3</sup>.

Le graphique ci-dessous (figure) montre que les quartiers qui se trouvent dans la zone 1 et zone 3 sont les plus consommatrices en eau domestique ceci se traduit par le nombre de la population élevé et le mode de vie dans ces villes.

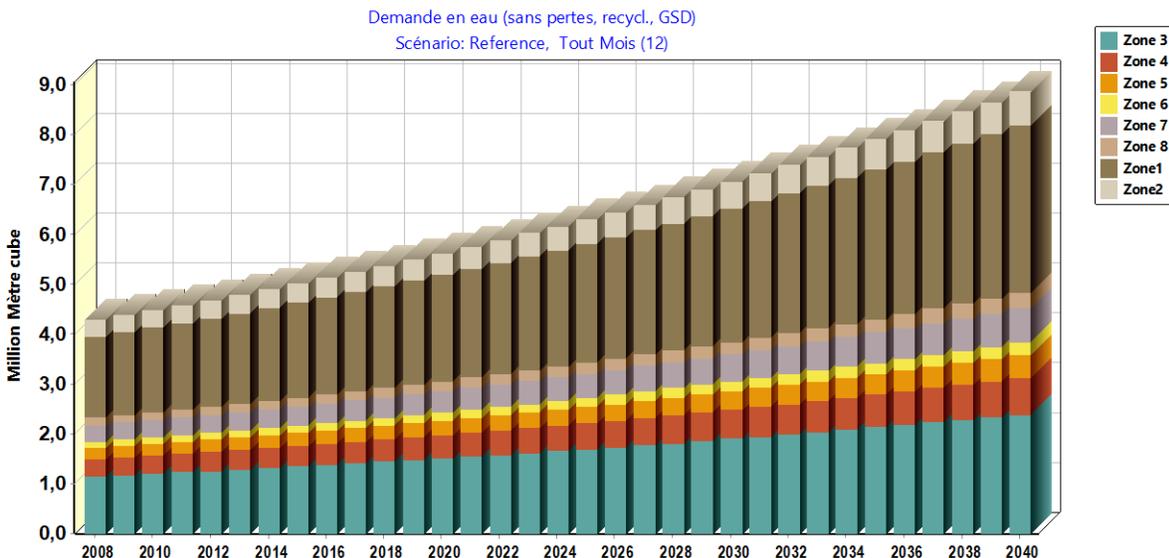
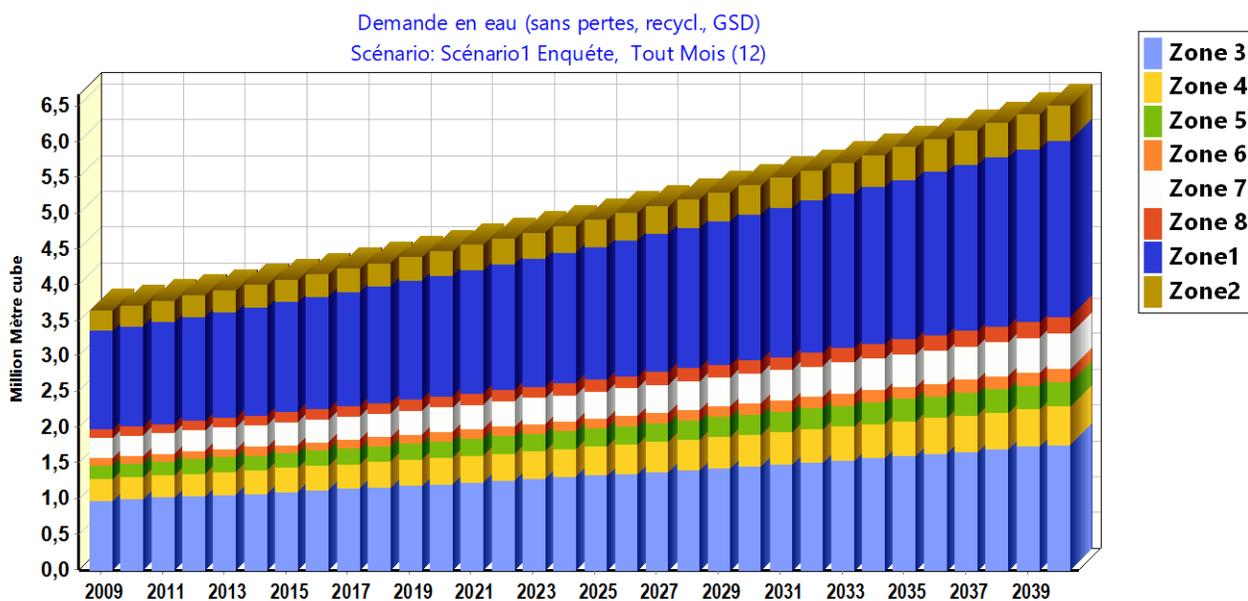


Figure 28 : Evolution de la demande en eau dans la ville de Messad - Reference scenario-

### I.2. Scénario 01 :

Le scénario 01 : montre le scénario d'enquête avec une croissance de population de 1,9% et une dotation de 100/l/jour, avec l'analyse visuelle on constate une augmentation significative dans la demande en eau potable entre 2009 et 2039, elle a augmenté de 3,5 millions de m<sup>3</sup> en 2009. , pour atteindre en 2031 environ de 5,5 millions de m<sup>3</sup> et elle s'élèvera au total en 2039 à environ 6.5 millions de m<sup>3</sup>.

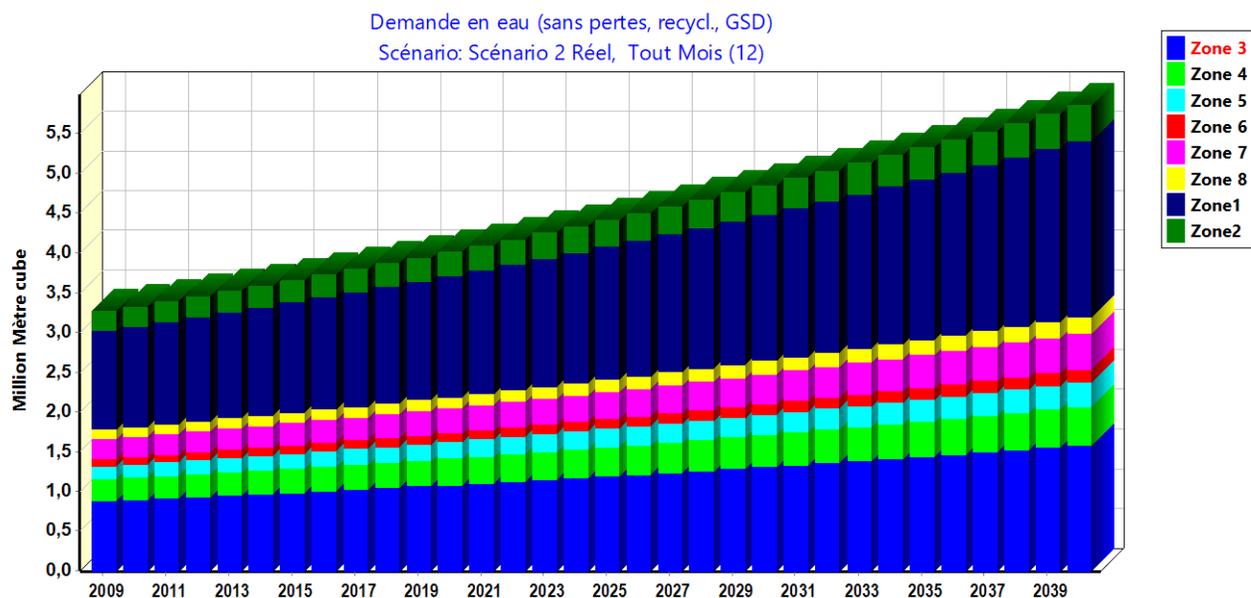
Le graphique ci-dessous (figure 29) montre aussi que les quartiers qui se trouvent dans la zone 1 et zone 3 sont les plus consommatrices en eau domestique alors que l'on retrouve que le reste des zones sont les moins consommatrices. Et on constate une baisse significative de la demande en eau potable par rapport au scénario de référence.



**Figure 29:** Evolution de la demande en eau dans la ville de Messad - *Scénario 01*

### I.3. Scénario 02 :

Ce scénario montre le scénario réel avec une croissance de population de 1,9% et une dotation de 90/l/jour, avec l'analyse visuelle on constate une augmentation aussi significative dans la demande en eau potable entre 2009 et 2039, elle a augmenté de 3,2 millions de m<sup>3</sup> en 2009, pour atteindre en 2025 environ de 4.5 millions de m<sup>3</sup> et elle s'élèvera au total en 2039 à environ 5,7 millions de m<sup>3</sup>.

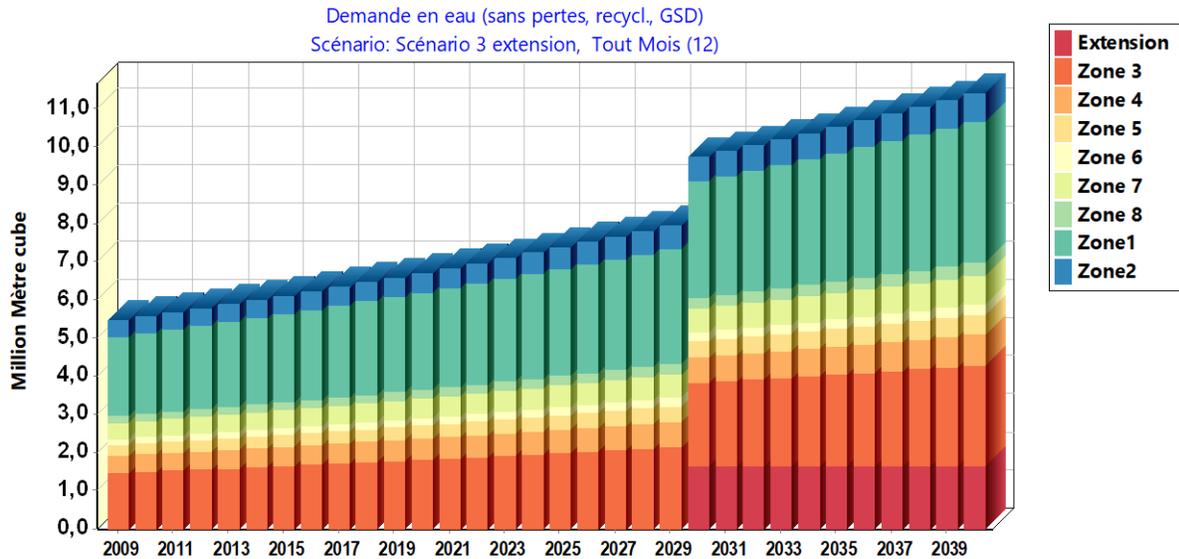


**Figure 30 :** Evolution de la demande en eau dans la ville de Messad - *Scénario 02*

#### I.4. Scénario 03 :

Le scénario 03 montre le scénario de l'extension de la ville avec une croissance de la population de 1,9% et création des nouveaux sites de demande et une dotation améliorée de 150l/jour et minimisation des pertes, on constate une augmentation aussi significative dans la demande en eau potable entre 2009 et 2027, elle augmentera de 5,2 millions de m<sup>3</sup> en 2009, pour atteindre en 2023 environ de 7 millions de m<sup>3</sup> et elle s'élèvera au total en 2029 à environ 8 millions de m<sup>3</sup>. Dans la période de l'extension on constate une forte augmentation de demande en eau potable entre 2029 et 2039, elle augmentera de 9,8 millions de m<sup>3</sup> en 2029 pour atteindre en 2035 environ de 10,7 millions de m<sup>3</sup> et elle s'élèvera au total en 2039 à environ 11,5 millions de m<sup>3</sup>.

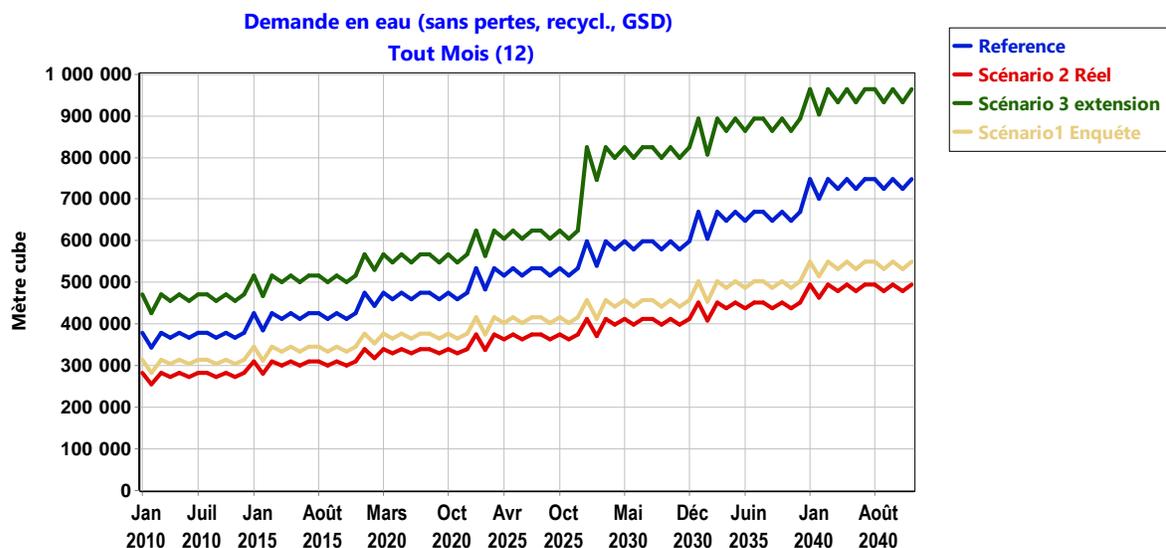
Le graphique ci-dessous (figure31) montre que l'extension de la ville au futur aura pour conséquence une forte augmentation de la demande en eau potable ceci se traduira par la création de la nouvelle ville (en 2030 selon le PDAU de MESSAAD)



**Figure 31:** Evolution de la demande en eau dans la ville de Messad - *Scénario 03*

#### I.4.Demande en eau global

La demande en eau globale mensuelle augmente au même rythme de 2008 à 2040 pour tous les scénarios où la demande est plus élevée durant la période du mois de mai jusqu'au mois de septembre, cette augmentation est due à l'utilisation intensive pendant la période de l'été, diminution des ressources par l'effet du changement climatique et l'augmentation de la dotation. Les résultats obtenus montrent que la demande en eau du moi de janvier 2010 varié entre 400000 M<sup>3</sup> pour le scénario de référence et 50000 m<sup>3</sup> pour le scenario 03(Figure32) , cette demande accentuera durant toute la période et atteindre 950000 m<sup>3</sup> pour le scénario 03 et 650000 m<sup>3</sup> pour le scénario de référence .la demande en eau pour le scénario 01 montre une augmentation remarquable a partir du janvier 2025 (420000 m<sup>3</sup>) cette évolution continuera et atteint 520000 m<sup>3</sup> en 2040 et dépassera les valeurs du scénario 02.



**Figure 32:** Evolution de la demande en eau mensuelle dans la ville de Messad pour tous les scénarios

## II. Estimation des rejets

Les eaux utilisées d'un site de demande sont envoyées à des destinations diverses, telles qu'une station d'épuration ou le milieu récepteur (canal), tout en nécessitant des emplacements réutilisant directement. Dans notre cas d'étude, il n'existe pas des stations d'épurations qui traitent les rejets des eaux usées des agglomérations de tous els quartiers

$$Q_{\text{retour}} = Q_{\text{sd}} - C_{\text{sd}} - Q_{\text{step}}$$

$Q_{\text{retour}}$  : Débit de retour d'un site de demande.

$Q_{\text{sd}}$  : Débit entrant dans un site de demande.

$C_{\text{sd}}$  : La quantité consommé de chaque site de demande selon l'utilisation (AEP).

$Q_{\text{step}}$  : Débit entrant dans les stations d'épuration.

Les valeurs du  $C_{\text{sd}}$  introduites dans le modèle WEAP sont des pourcentages de la consommation des sites de demande (c'est la partie d'eau qui sort du système lors de l'utilisation de l'eau dans les sites de demande).

### II.1.débits de retour pour le scénario de référence

Les résultats mentionnés dans la figure présentent une évolution progressive des rejets dans toutes les stations d'épuration. On observe que les valeurs des rejets pour les prochaines décennies sont très élevées pour le scénario de référence dans toutes les zones, Les débits de retours des décennies présentés dans (la figure33) Montrent les valeurs du scénario de

référence, ils sont de l'ordre de 10 000-125 000 m<sup>3</sup> en janvier 2010, et dépassent 20 000-180 000 m<sup>3</sup> en juillet 2025 pour atteindre de 20 000-260 000m<sup>3</sup> en juillet 2040, ces débits sont considérables en terme des eaux non conventionnels. Les eaux traités peuvent minimiser le manque de l'eau si l'on réutiliser pour les besoins journalières, réalimentation artificiels des nappes ou bien pour le domaine agricole et industriels.

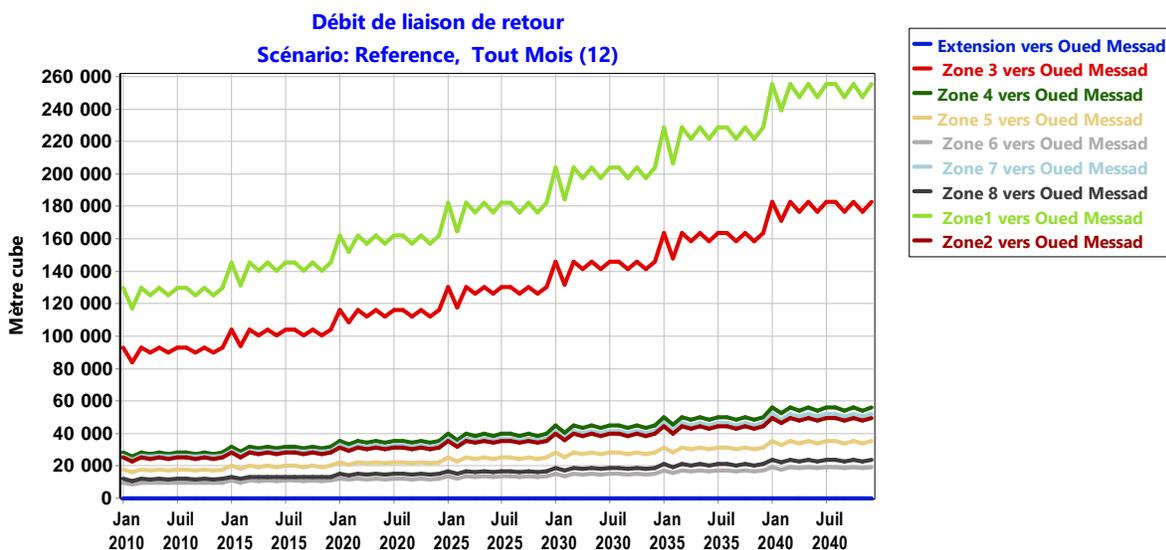
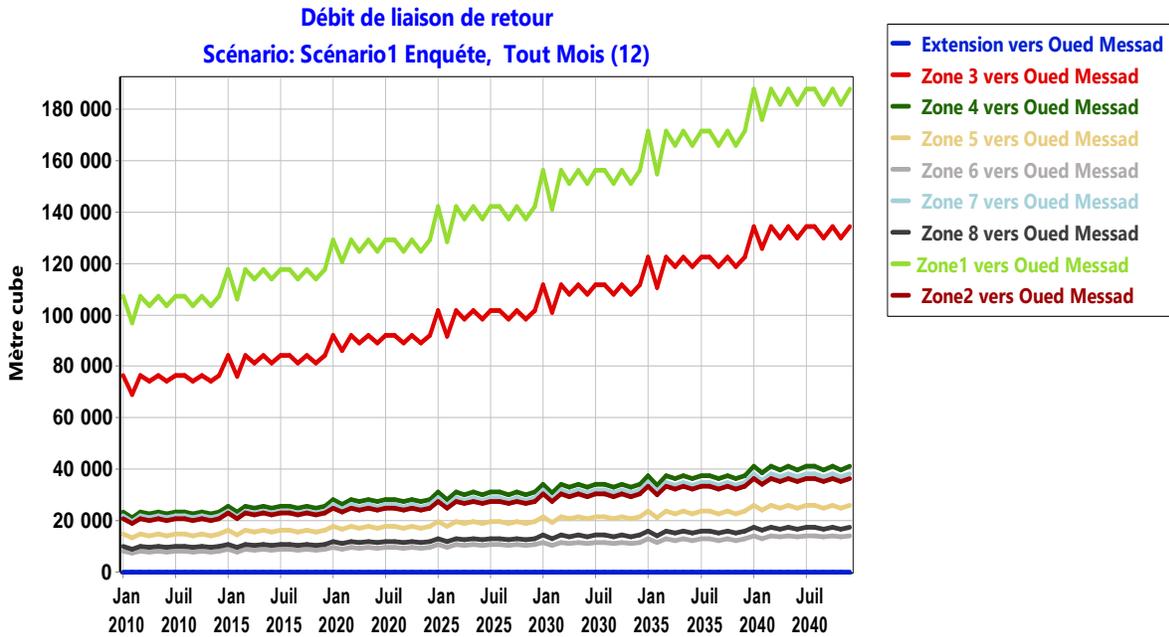


Figure 33 : Evolution des débits de retours pour toutes les zones de rejets, Scénario référence

## II.2.débits de retour pour le scénario 01

Les résultats mentionnés dans (la figure34) présentent Une évolution progressive des rejets dans toutes les stations d'épuration. On observe que les valeurs des rejets pour les prochaines décennies sont très élevées pour le scénario d'enquête dans toutes les zones, Les débits de retours des décennies présentés dans (la figure34) Montrent les valeurs du scénario de référence, ils sont de l'ordre de 5000-110000 m<sup>3</sup> en juillet 2010, et dépassent 15000-140000 m<sup>3</sup> en janvier 2025 pour atteindre de 20000-180000m<sup>3</sup> en juillet 2040, on constate une baisse significative des rejets par rapport au scénario de référence.



**Figure 34** : Evolution des débits de retours pour toutes les zones de rejets, *Scénario 01*

### II.3. débits de retour pour le scénario 02

Les résultats mentionnés dans (la figure35) présentent Une évolution progressive des rejets dans toutes les stations d'épuration. On observe que les valeurs des rejets pour les prochaines décennies sont très élevées pour le scénario Réel dans toutes les zones, Les débits de retours des décennies présentés dans (la figure35) Montrent les valeurs du scénario de référence, ils sont de l'ordre de 5 000-100 000 m<sup>3</sup> en janvier 2010 , et dépassent 10 000-125 000 m<sup>3</sup> en juillet 2025 pour atteindre de 20 000-160 000m<sup>3</sup> en juillet 2040, on constate une baisse significative des rejets par rapport au scénario de référence et le scénario d'enquête.

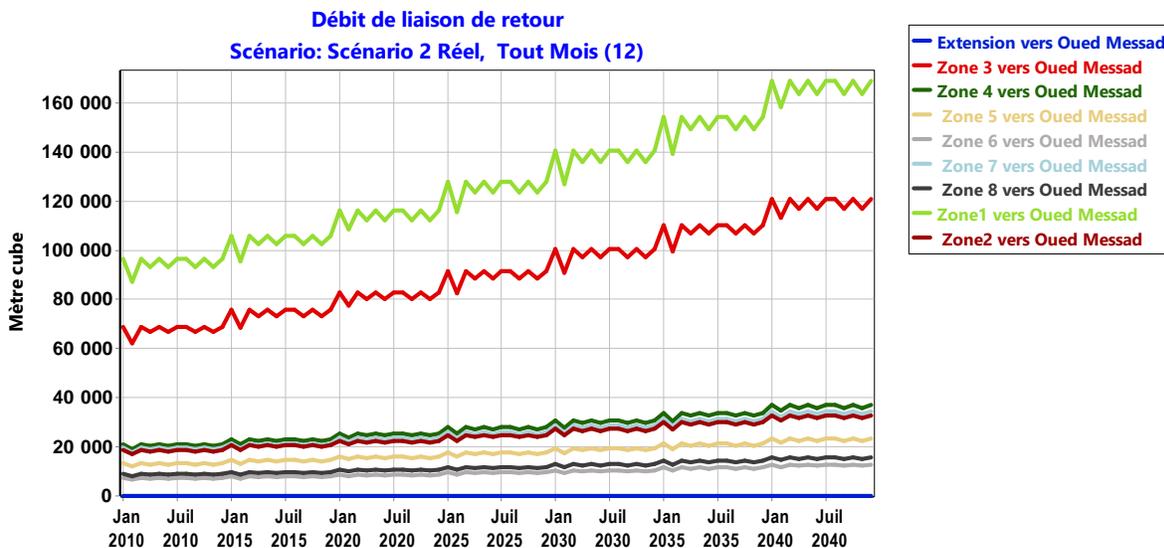
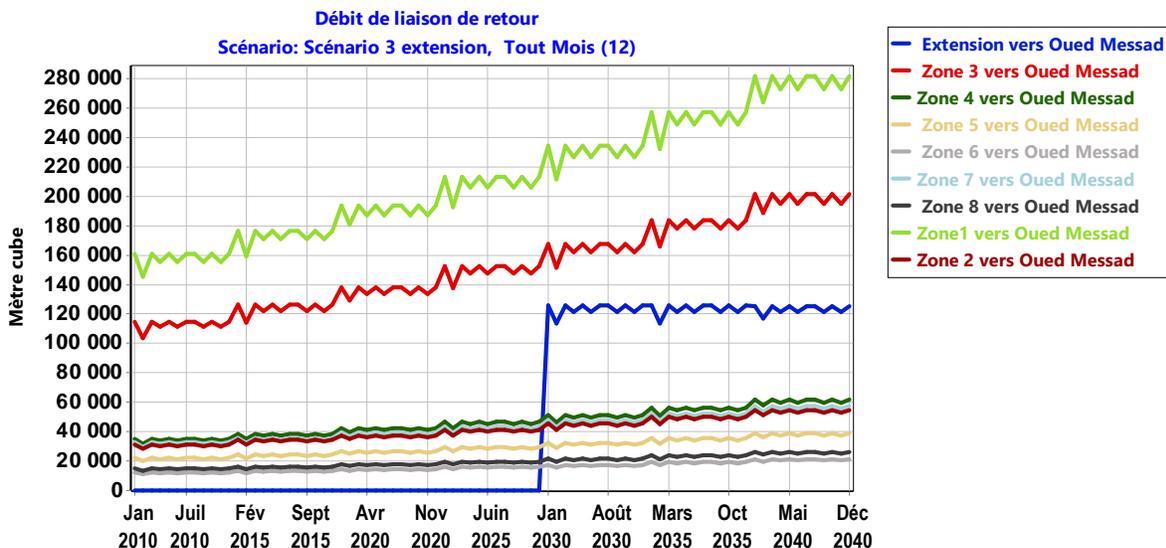


Figure 35 : Evolution des débits de retours pour toutes les zones de rejets, Scénario 02

#### II.4.débits de retour pour le scénario 03

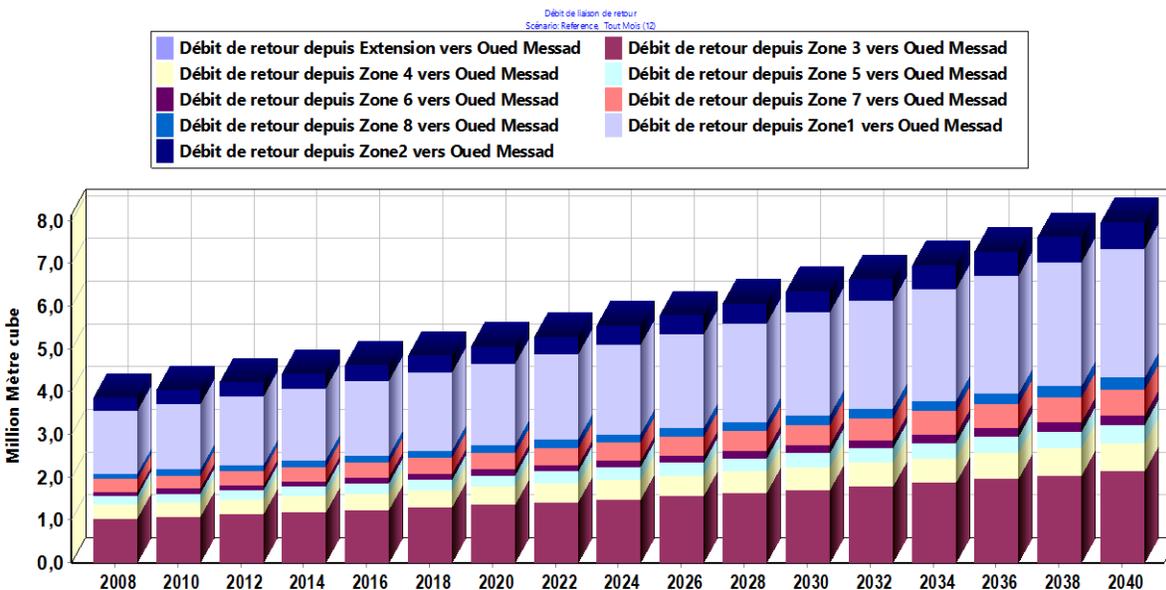
Les résultats mentionnés dans (la figure36) présentent Une forte évolution des rejets dans toutes les stations d'épuration. On observe que les valeurs des rejets pour les prochaines décennies sont très élevées pour le scénario d'extension dans toutes les zones avec l'extension de la ville, Les débits de retours des décennies présentés dans (la figure36) Montrent les valeurs du scénario de référence, ils sont de l'ordre de 15 000-160 000 m<sup>3</sup> en janvier 2010, et dépassent 20 000-190 000 m<sup>3</sup> en juin 2025 pour atteindre de 20 000-280 000m<sup>3</sup> en Déc2040,. Dans la période d'extension pendant janvier 2030 à décembre 2040 on constate une évolution des rejets arrive à 120 000 m<sup>3</sup>.



**Figure 36 :** Evolution des débits de retours pour toutes les zones de rejets, *Scénario 03*

**II.5. débit de retour annuel pour le scénario de référence**

La figure (37) montre la variation annuelle des débits de retour entre les zones (1-8) de la ville pour le scénario de référence on remarque que les eaux traitées sont très importantes atteignant un volume de 4 Million m<sup>3</sup> en 2010 et dépassent 6 Million m<sup>3</sup> en 2025 pour atteindre 8.9 Million m<sup>3</sup> en 2040. On remarque que la station d'épuration avec sa capacité d'épuration, peuvent traiter les rejets de la ville de Messaad, et ceci pour le scénario de référence.



**Figure 37 :** Evolution des débits de retours annuel dans la ville de Messaad, *Scénario référence*

### II.6.débit de retour annuel pour le scénario 01

La figure (38) montre la variation annuelle des débits de retour entre les zones (1-8) de la ville pour le scénario d'enquête on remarque que les eaux traité sont important atteint un volume de 3.5 Million m<sup>3</sup> en 2009 et dépassent 5 Million m<sup>3</sup> en 2026 pour atteindre environ 6 Million m<sup>3</sup> en 2040. On remarque une diminution de la capacité de la station par rapport à la station de scénario des références.

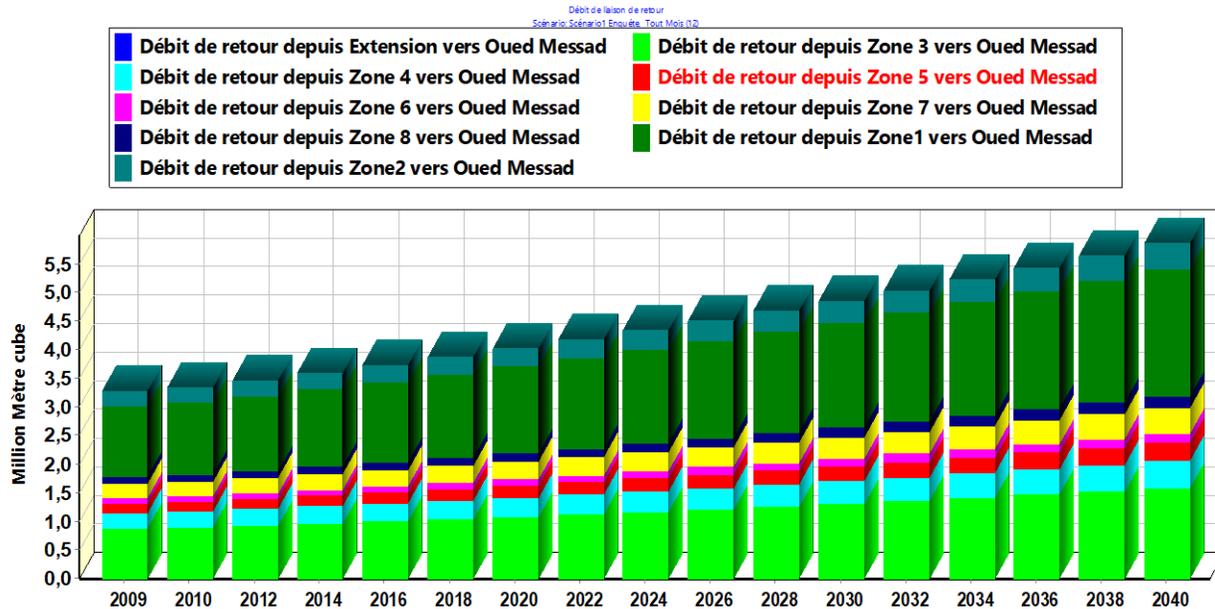


Figure38 : Evolution des débits de retours annuel dans la ville de Messaad, Scénario 01

### II.7.débit de retour annuel pour le scénario 02

La figure (39) montre la variation annuelle des débits de retour entre les zones (1-8) de la ville pour le scénario de Réel on remarque que les eaux traité sont important atteint un volume de 3 Million m<sup>3</sup> en 2010 et dépassent 4 Million m<sup>3</sup> en 2025 pour atteindre 5.9 Million m<sup>3</sup> en 2040. On remarque que la station d'épuration avec sa capacité d'épuration, peuvent traiter les rejets de la ville de Messaad, et ceci pour les scénarios de référence et d'enquête.

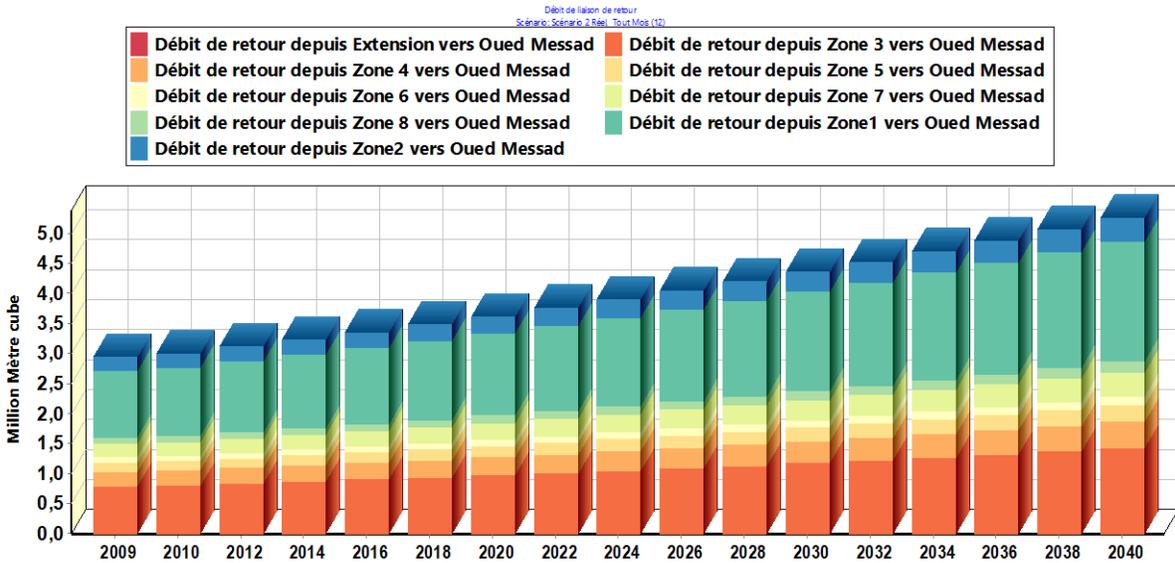


Figure 39: Evolution des débits de retours annuel dans la ville de Messaad, Scénario 02

### II.7. Débit de retour annuel pour le scénario 03

La figure (40) montre la variation annuelle des débits de retour entre les zones (1-8) et l'extension de la ville pour le scénario d'extension on remarque que les eaux traitées sont très importantes atteignant un volume de 5 Million m<sup>3</sup> en 2010 et dépassent 6 Million m<sup>3</sup> en 2020 pour atteindre 8 Million m<sup>3</sup> en 2028. Dans la période de l'extension on constate une forte augmentation de traitement des eaux entre 2030 et 2040. Elle a augmenté de 10.9 millions de m<sup>3</sup> en 2040

On remarque que la station d'épuration avec sa capacité d'épuration, peuvent traiter les rejets Actuel et futur de la ville de Messaad, et ceci pour le scénario de d'extension.

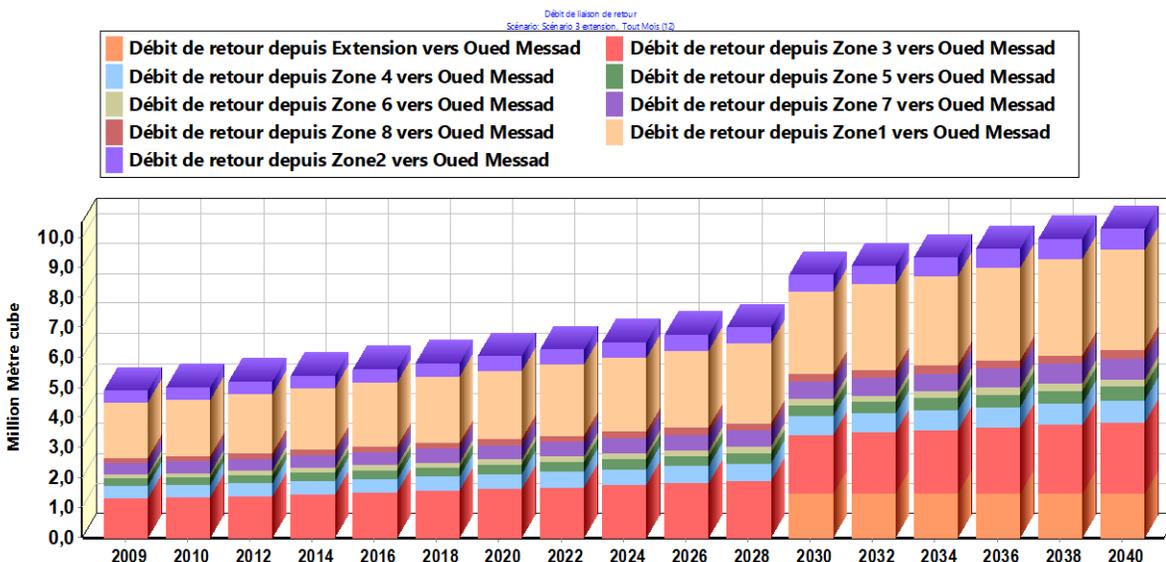


Figure 40: Evolution des débits de retours annuel dans la ville de Messaad, Scénario 03

### II.8. Débits de retour journalier

Selon le tableau 16 qui présente les rejets journaliers  $m^3/j$  de la ville de Messaad montre 04 scénarios :

- ✓ Le scénario de référence : caractérisé par une augmentation très importante des rejets journalière qui passe  $13830 m^3/j$  en 2020 à  $21793 m^3/j$  en 2040, l'augmentation est due dans le scénario à l'essor de la croissance de la population des agglomérations, et la demande en eau potable en constante augmentation.

Tableau 16 : Rejets journaliers en  $m^3/j$  de la ville de Messaad

Année	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038	2040
Scénarii	Rejets journaliers ( $m^3/j$ )										
Référence	13830	14473	15146	15851	16589	17361	18168	19014	19898	20824	21793
scénario 01	10995	11417	11855	12310	12782	13272	13782	14310	14859	15429	16021
Scénario 02	9896	10275	10670	11079	11504	11945	12403	12879	13373	13886	14419
Scénario 03	16493	17126	17783	18465	19173	23959	24722	25515	26339	27194	28082

- ✓ Scénario 01 : caractérisé par une augmentation important des rejets journalière qui passe  $10995 m^3/j$  en 2020 à  $16021 m^3/j$  en 2040, l'augmentation des rejets dans ce scénario à

démunie par rapport au scénario de références due à la diminution de la dotation journalière dans ce scénario en a utilisé une dotation de 100 l/j/p.

- ✓ Scénario 02 : caractérisé par une augmentation des rejets journalière qui passe de 9896 m<sup>3</sup>/j en 2020 à 14419 en 2040 dans ce scénario on a utilisé une dotation de 90 l/j/p. (dotation moins importante).
- ✓ Scénario 03 : caractérisé par une forte augmentation des rejets journalière qui passe de 16493 m<sup>3</sup>/j en 2020 à 28082 en 2040, cette forte augmentation due à l'extension de la ville à la future qui aura pour conséquence une forte augmentation de la demande en eau potable ceci se traduira par la création de la nouvelle ville (en 2030 selon le PDAU de MESSAAD)

### **III. Calcul des charges polluantes**

Les charges polluantes de notre eau usée sont estimées à partir des charges polluantes spécifiques par habitant et par jour à savoir :

DBO5 = 54 g/hab/j, et une MES = 70 g/hab/j.

A partir de ces hypothèses, les charges polluantes journalières se calculent aisément, le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus pour le scénario 3

**Tableau 17 : Débit et changes des polluantes dans les rejets de la ville de Messaad**

<b>Données de base</b>	<b>unité</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>
<b>Equivalent habitant</b>	habitant	122170	147471	178012
<b>Débit journalier</b>	m <sup>3</sup> /j	16493	23959	28082
<b>Débit moyen horaire</b>	m <sup>3</sup> /h	687	998	1170
<b>Charge en DBO5</b>	kg/j	6597	7963	9613
<b>Charge en MES</b>	kg/j	8552	10323	12461

### **IV. Choix de l'emplacement**

Une station d'épuration est une véritable "usine de dépollution des eaux usée qui permet de respecter l'environnement en rejetant dans le milieu naturel des eaux propres. Elle est installée généralement en aval du réseau d'assainissement, juste à la sortie des eaux vers le milieu naturel.

Pour épurer l'eau usée, il faut généralement combiner plusieurs traitements élémentaires dont les bases peuvent être physiques, chimiques ou biologiques et dont l'effet est d'éliminer tout d'abord les matières en suspensions, ensuite les substances colloïdales, puis les substances dissoutes (minérales ou organiques).

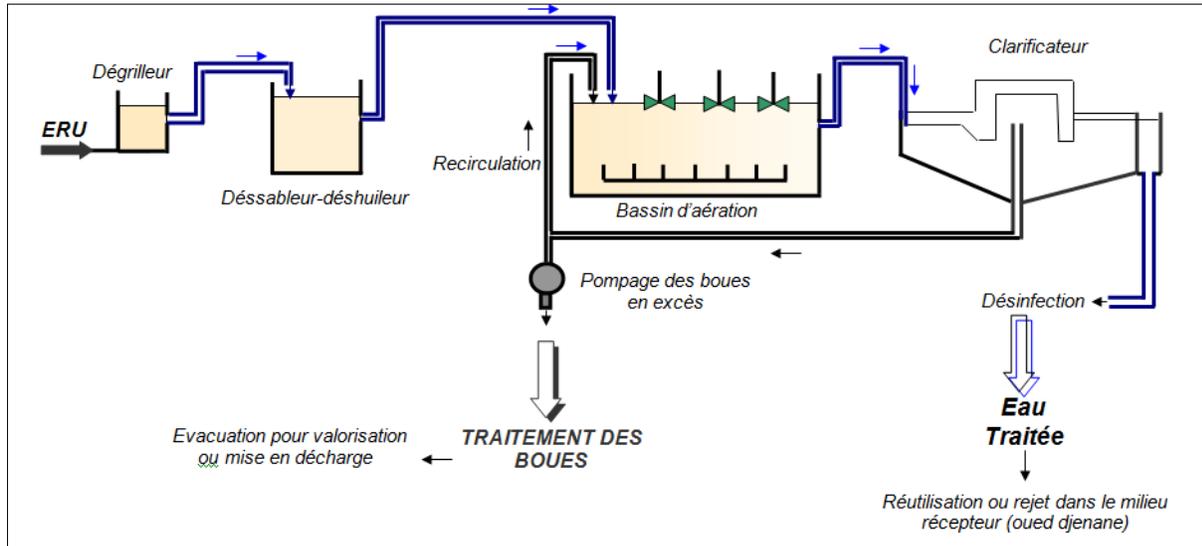
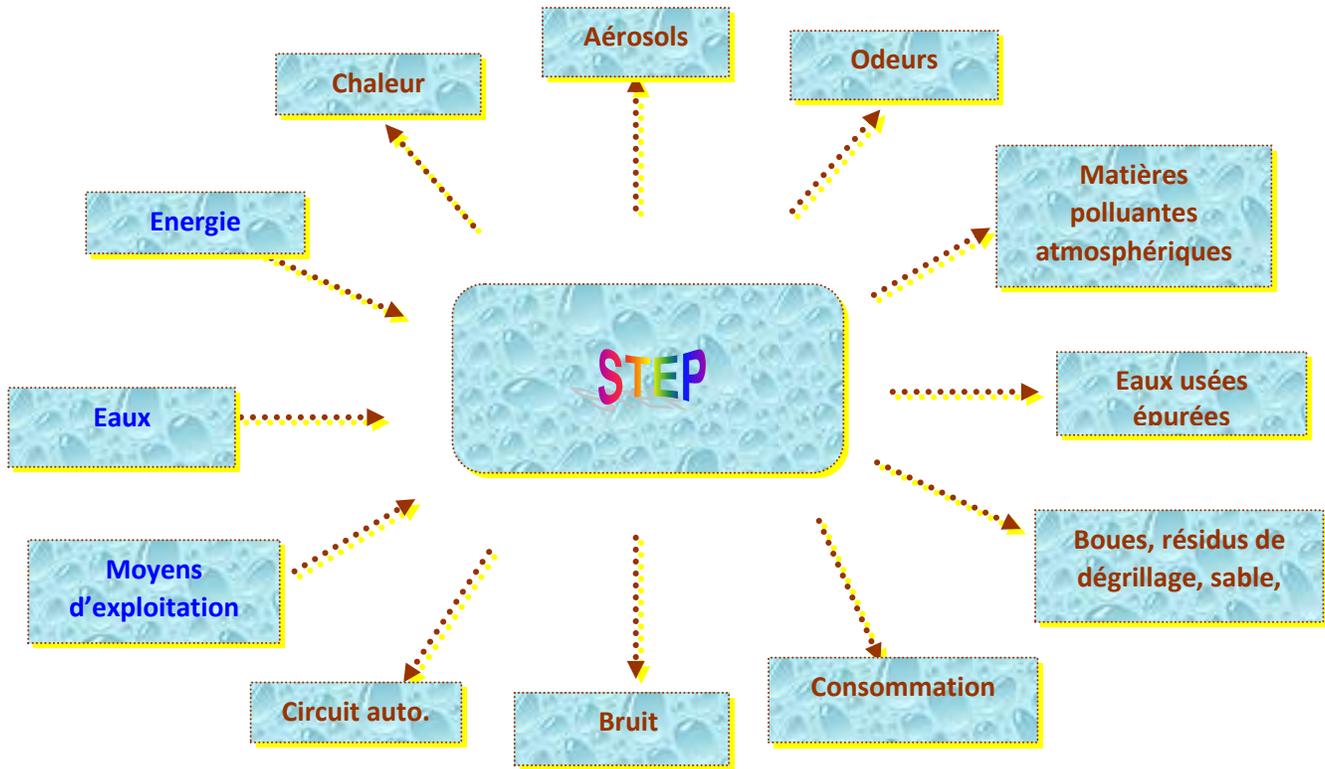


Figure 41 : Etape de traitement des eaux usées

Le choix du site, dépend de plusieurs facteurs, le premier est l'éloignement par rapport aux habitations les plus proches et par la proximité du milieu récepteur (oued MESSAAD). En effet, un site suffisamment isolé des zones résidentielles apporte une solution globale à des problèmes susceptibles de se poser par la suite (bruits, odeurs, etc...). Cependant l'implantation de la station d'épuration sur un terrain agricole constitue une perte pour le secteur. Les principaux facteurs que les décideurs doivent prendre en compte afin de choisir une station d'épuration seront décrits par la suite.



**Figure 42 :** facteurs d'impact de l'implantation d'une station d'épuration

Malheureusement, pour des raisons liées au confinement imposé par la pandémie COVID19, la partie du choix de la zone d'implantation par une analyse multicritère n'a pas été accompli. Néanmoins, une bonne partie de la

### Conclusion

Après l'évaluation et l'interprétation des résultats nous avons conclu qu'à mesure que la population augmente, la demande en eau potable augmente aussi, ce qui conduit à une augmentation des eaux usées qui nécessite un traitement pour stopper la dégradation de l'environnement et la pollution des nappes phréatiques et éventuellement la réutilisation des eaux traitées dans le domaine agricole pour cela la capacité de traitement de la Station d'épuration doit absolument répondre aux exigences des eaux usées rejetées dans l'oued.

# Conclusion générale

## **Conclusion générale**

On dit souvent que la prochaine crise pour l'Humanité sera celle de l'eau potable et que, par conséquent, sa préservation est une priorité. Pourtant, n'est-il pas fréquent de constater son emploi pour des usages ne le justifiant pas tels que le nettoyage des trottoirs, celui des voitures ou encore l'arrosage de parcs par exemple ? Afin de limiter cette utilisation déraisonnée de l'eau potable, il convient de chercher des approvisionnements alternatifs. La Réutilisation des Eaux Usées Epurées (REUT) pourrait alors en être un.

Cette étude a déterminé l'implantation de Station de traitement des eaux usées dans la commune de Messaad avec un traitement de rejet et choix optimal Après l'évaluation et l'interprétation des résultats obtenu nous avons conclu que :

\_La ville de Messaad caractérisée par un climat semi-aride, et l'alternance d'une saison sèche et chaude avec une saison froide et humide, elle est marquée par une pluviométrie irrégulière avec une moyenne annuelle relativement faible et un bilan hydrique déficitaire durant toute l'année.

\_La ville de Messaad a connu selon les 04 recensements une croissance démographique très importante par conséquent une évolution significative des équipements et des constructions des logements tout ca traduit par une pénurie d'eau dans les agglomérations et une augmentation des rejets d'eaux usées domestiques dans l'Oued sans traitement.

\_Ce phénomène des rejets des eaux usées dans l'oued crée de nombreux problèmes environnementaux et écologiques, nous mentionnons parmi eux :

- ✓ La pollution d'oued,
- ✓ la pollution des nappes phréatiques.
- ✓ la pollution des vergers limitrophes à l'oued où on constate de visu la mort d'arbres fruitiers.

## *Conclusion générale*

---

✓ la dégradation de l'environnement.

\_En l'absence d'une station de traitement des eaux usées adéquate et fonctionnelle dans la ville de Messaad,

On a utilisé pour cette étude un modèle de gestion intégrée de l'eau, WEAP, pour modéliser la demande en eau et créer des scénarios pour évaluer la disponibilité future de la station d'épuration et estimer les rejets dans la ville pour déterminer sa capacité.

\_Ce travail démontre une méthode d'utilisation d'un outil de modélisation accessible pour intégrer les changements hydrauliques (la demande en eau potable) et la pression démographique montre une augmentation significative des volumes de rejet des eaux usées atteignant environ 10.9 millions de m<sup>3</sup>/an en 2040.

\_Le flux de retour augmente en fonction de l'évolution de la demande de consommation de la zone d'étude. Par conséquent, les traitements de la station d'épuration doivent dépasser un traitement de 10 Millions de mètres cubes dans les décennies à venir.

\_Ces eaux traitées offrent aux décideurs des solutions pour satisfaire la demande en eau (agriculture) en constante augmentation. Dans un contexte de développement scientifique et confronté à une crise de l'eau croissante, la réutilisation des eaux usées mérite d'être prise en considération car cette pratique permet de diminuer la pression d'utilisation de l'eau et de modérer la pollution de l'eau [JARAMILLO et al. 2017].

\_Selon les résultats obtenus à partir des flux de retour, l'implantation de la station de traitement des eaux usées offre des ressources supplémentaires (eau non conventionnelle). Ces ressources peuvent être utilisées pour répondre à la demande en eau dans l'agriculture ou l'industrie, ou pour la recharge artificielle des aquifères. Elle présente l'avantage d'assurer une ressource alternative, de mieux préserver les ressources naturelles et de contribuer à la gestion intégrée de l'eau. Un autre intérêt de cette action est la protection de l'environnement contre la pollution et les maladies transmissibles par les eaux polluées. Et résoudre le problème de l'Oued de Massaad.

**Références**

**Bibliographiques**

### Liste de références bibliographiques

- Adgolign, T. B., Rao, G. V. R. S., & Abbulu, Y. (2016). WEAP modeling of surface water resources allocation in Didessa Sub-Basin, West Ethiopia. *Sustainable Water Resources Management*, 2(1), 55–70.
- Adjahouinou, D. C., Yehouenou, B., Liady, M. N., & Fiogbe, E. D. (2014). Caractérisation bactériologique des eaux résiduaires brutes de la ville de Cotonou (Bénin). *Journal of Applied Biosciences*, 78(1), 6705.
- Allagua, A., Kaouachi, N., Boualleg, C., Barour, C., Mamine, N., Boucena, I., & Ben Souilah, M. (2015). Variations saisonnières des indices épidémiologiques de *Pseudocolpenteron Pavlovoskii* parasitant la surface externe de *Cyprinus Carpio* peuplant le barrage foun-El-Khanga (Souk-Ahras). *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 92(1/2), 84.
- Aoun-Sebaiti, B., Hani, A., Djabri, L., Chaffai, H., Aichouri, I., & Boughrira, N. (2014). Simulation of water supply and water demand in the valley of Seybouse (East Algeria). *Desalination and Water Treatment*, 52(10–12), 2114–2119.
- Badia, J., & Do Chi, T. (1976). Etude cinétique de la structure des populations de *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) par l'analyse factorielle des correspondances. *Marine Biology*, 36(2), 159–168.
- Batstone, D. J. (2006). Mathematical Modelling of Anaerobic Reactors Treating Domestic Wastewater: Rational Criteria for Model Use. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 5(1), 57–71.
- Belgat S., (2001). *Le littoral Algérien : Climatologie, géo pédologie, syntaxonomie, édaphologie et relations sol-végétation*. [Thèse de Doctorat]. L'INA. El Harrach. 261p.
- Berredjem, A.-F., & Hani, A. (2017). Modelling current and future supply and water demand in the northern region of the Seybouse Valley. *Journal of Water and Land Development*, 33(1), 31–38.
- Boukhari, S., Djebbar, Y., & Abida, H. (2008). Juste prix de l'eau potable pour une gestion durable des ressources en eau en Algérie. *COLLOQUE INTERNATIONAL (TERRE & EAU) 2008*.
- Boukha-Hassane, R., Yebdri, D., & Tidjani, A. E.-B. (2016). Prospects for a larger integration of the water resources system using WEAP model: a case study of Oran province. *Desalination and Water Treatment*, 57(13), 5971–5980.
- Bouwer, H. (2002). Integrated Water Management for the 21st Century: Problems and Solutions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 128(4), 193–202.

- Bouznad, I. E., Elahcene, O., & Belksier, M. S. (2020). Management model for water demand using the WEAP tool: Case of Setif Province– Algerian highlands. *Journal of Water and Land Development, No 45*, 19–28.
- Dajoz, R. (1996). Précis d'écologie 2ème et 3ème cycles universitaires. *Dunod Université. Sixième Édition. Dunod Paris.*
- Falkenmark, M., & Lindh, G. (1993). Water and economic development. *Water in Crisis*, 80–91.
- Gao, B. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257–266.
- Gaucher F. & Burdin S. (1974). *Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés.* Presse Universitaire de Paris: 234p.
- George, P. (1974). *L'ère des techniques: Constructions ou destructions?* FeniXX. 557p.
- Guardiola-Claramonte, M., Sato, T., Choukr-Allah, R., & Qadir, M. (2012). Wastewater Production, Treatment and Reuse Around the Mediterranean Region: Current Status and Main Drivers. In *Integrated Water Resources Management in the Mediterranean Region* (pp. 139–174). Springer Netherlands.
- Guibeche, S., & Khamkham, M. (2015). *Le rôle des outils de planification urbaine dans le développement de la ville de Messaad* [Mémoire de Master]. STU-Université de Djelfa. 66p.
- Habita,D., & Sailaa,K. (2015). *La réalité de tissu urbain et perspectif d'extension de la ville de Messaad.* Mémoire. [Mémoire de Master]. STU-Université de Djelfa. 80 p.
- Hamlat, C. A., Arbabi, S., Koepsell, T. D., Maier, R. V., Jurkovich, G. J., & Rivara, F. P. (2012). National variation in outcomes and costs for splenic injury and the impact of trauma systems: a population-based cohort study. *Annals of Surgery*, 255(1), 165–170.
- Harouch, K., & Raach, S. (2016). *Impact de la station des eaux usées sur la ville de Djelfa.* [Mémoire de Master]. STU-Université de Djelfa. 72 p.
- Huete, A. R., Jackson, R. D., & Post, D. F. (1985). Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds. *Remote Sensing of Environment*, 17(1), 37–53.
- Jackson, R. D., & Huete, A. R. (1991). Interpreting vegetation indices. *Preventive Veterinary Medicine*, 11(3–4), 185–200.
- Johannsen, I., Hengst, J., Goll, A., Höllermann, B., & Diekkrüger, B. (2016). Future of Water Supply and Demand in the Middle Drâa Valley, Morocco, under Climate and Land Use Change. *Water*, 8(8), 313.
- Karnib, A. (2014). A Methodological Approach for Quantitative Assessment of the Effective Wastewater Management: Lebanon as a Case Study. *Environmental Processes*, 1(4), 483–495.

- Kendouci, M. A., Kharroubi, B., Maazouzi, A., & Bendida, A. (2013). Study of Physic-Chemical Quality of Wastewater Discharged into the Natural Environment the Case of Bechar River Algeria. *Energy Procedia*, 36, 287–292.
- Kerzabi, R. (2017). *L'effet anthropique sur la végétation halophyte en milieu semi-aride et aride de l'Oranie ; Dynamique de la végétation en relation avec les facteurs édaphiques*. [Thèse de Doctorat]. Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid. 301p.
- Kerzabi, R., Abdessamad, M., Stambouli-Meziane, H., & Benabadji, N. (2015). Germination of *Atriplex halimus* Linnaeus, 1753 (Caryophyllales Chenopodiaceae) in North West Algeria. *Biodiversity Journal*, 6(2), 663–668.
- Kettab, A. (2001). Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision. *Desalination*, 136(1–3), 25–33.
- Kibi, N., Sasseville, J. L., Martel, J. M., & Blais, J. F. (2005). Choix multicritère de procédés d'épuration des eaux usées municipales. *Revue Des Sciences de l'eau*, 13(1), 21–38.
- Lévite, H., Sally, H., & Cour, J. (2003). Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 28(20–27), 779–786.
- Messahel M., Benhafid M.S. Water resources of Algeria: availability and needs. In : Lamaddalena N. (ed.), Bogliotti C. (ed.), Todorovic M. (ed.), Scardigno A. (ed.). *Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs [Vol. 3]*. Bari : CIHEAM, 2007. p. 235-242.
- Messaoud, D., Bachir, A., & Maurice, M. (2013). Determination and analysis of daily reliability level of municipal wastewater treatment plant. *Courrier Du Savoir*, 17, 39–46.
- Péguy, C.-P. (1970). *Précis de climatologie*. Masson.
- Qadir, M., Bahri, A., Sato, T., & Al-Karadsheh, E. (2010). Wastewater production, treatment, and irrigation in Middle East and North Africa. *Irrigation and Drainage Systems*, 24(1–2), 37–51.
- Sieber, J., & David P. (2015) *WEAP—Water Evaluation and Planning System User Guide for WEAP* Stockholm, Sweden: Stockholm Environment Institute. Accédé le 10 octobre 2018 ([https://www.weap21.org/downloads/WEAP\\_User\\_Guide.pdf](https://www.weap21.org/downloads/WEAP_User_Guide.pdf)).
- Samia, T. B., Houria, K. B., Nacer, K., & Marc, C. (2013). Assessment and management of water resources in Northeastern Algeria: case of watersheds Kebir West Safsaf and Guebli rivers, Skikda. *Applied Water Science*, 3(2), 351–357.
- Tricart, J., & Cailleux, A. (1969). *Traité de géomorphologie IV, le modèle des régions sèches, SEDES*. Paris. 472p.
- Yates, R. M., & Russell, D. G. (2005). Phagosome Maturation Proceeds Independently of Stimulation of Toll-like Receptors 2 and 4. *Immunity*, 23(4), 409–417.

# Annexe

## Rubrique 1 sur 2

## استبيان

في اطار تحضير مشروع بحث قصد تحسين ظروف السكان، نقوم باعداد هذا الاستبيان الذي يهدف الى دراسة كمية المياه المستعملة لكل فرد.

وانطلاقا من اهمية آرائكم و انطباعاتكم في انجاح هذه الدراسة، نرجو منكم فضلا الاجابة على بعض الاسئلة التي نرى انها مهمة.

شكرا مسبقا لمنحنا وقتكم لاستكمال هذا الاستبيان.

الجنس

انثى

ذكر

العمر

⋮

Réponse courte

كمية المياه الشرب المستهلكة في اليوم؟

- 1 litre/jour
- 2 litres/jour
- 3 litres/jour
- 4 litres/jour
- 5 litres/jour

كمية المياه المستعملة في العمل في اليوم؟

- 1 litres
- 2 litres
- 3 litres
- 4 litres
- 5 litres
- Autre...

كمية المياه المستعملة في المطبخ غسيل اواني في اليوم؟

- 10 litres
- 15 litres
- 20 litres
- 25 litres

عدد مرات الاستحمام في الاسبوع ؟

- 1 fois
- 2 fois
- 3 fois
- Autre...

كمية المياه المستعملة في كل استحمام ؟

- 10 litres
- 15 litres
- 20 litres
- 25 litres
- Autre...

عدد مرات تنظيف البيت في الاسبوع ؟

Réponse courte



كمية المياه المستعملة في كل تنظيف ؟

- 5 litres
- 10 litres
- 15 litres
- 20 litres
- 25 litres
- Autre...

**Exutoire de Rejet principal de la ville de Messaad**



**Etat actuel d'Oued Messaad en amont de rejet principal de Messaad**



**Etat actuel d'Oued Messaad en aval de rejet final de Messaad**



**Rejet Guehra, Zaouia**



**Rejet cité El Quods**

