



UNIVERSITE de TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département Sciences de la Terre et de l'Univers

MEMOIRE

Présenté par :

BENDJEFFAL Hocine
CHATER Med Mouad

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En : (Hydrogéologie)

Thème

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ORIGINE DES EAUX
TRAITEES PAR LA STATION DE LEGFEF
(MAGHNIA, NW-ALGERIE)

Soutenu le **23-09-2020**, devant le jury composé de :

Présidente : Mme. GUETTAIA Sabrina	(MCB)	Université : A.B.B. Tlemcen
Encadreur : Mr. BOUDJEMA Abderrazak	(MCA)	Université : A.B.B. Tlemcen
Co-Encadreur : Mr. BOUGUERRA Sid Ahmed	(MCB)	Université : A.B.B. Tlemcen
Examineur : Mr. KERZABI Rachid	(MAA)	Université : A.B.B. Tlemcen

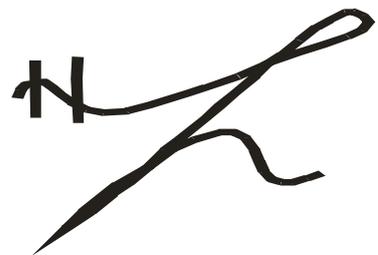
Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à : A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes frères et mes amis, mes camarades de (ITMA), toute la section d'hydrogéologie Que j'ai étudiée avec eux, Sans oublier mes grands-parents que j'aime.

A toute ma famille, A mon binôme CHATER MOUAD et toute la famille MAHI et la famille MALEK et BALAHCEN. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

(BENDJEFFAL HOCINE)

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a unique, abstract shape.

Dédicaces

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs (Soumia, Asma, Hadjira), et mon frère (Chouaib), pour les encourager. Je tiens aussi à adresser mes remerciements à ma famille. Je remercie mon ami Djamel Zawi, son oublier mon binôme BENDJEFFAL HOCINE. Enfin, je remercie mes amis (Lakhdar, Med Amine, Djalil, Rahim, Oumar Abderrahmane, Sadou, Younes, Amine). Leur soutien et leurs encouragements inconditionnels ont été d'une grande aide. Toute la promotion Master II Hydrogéologies (2019-2020).

Med. Mouad Chater

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Med. Mouad Chater', with a stylized flourish at the end.

Remercîment

Cette mémoire est rendue possible grâce à l'aide des nombreuses personnes auxquelles nous souhaitons exprimer notre gratitude.

Tout d'abord, il faut dire « Louange à Allah qui nous a bien guidés vers cela. Et nous n'aurions jamais été si bien guidés si Allah ne nous avait pas guidés ». Nous tenons à remercier Mr. **BOUDJEMA Abderrazak** Pour leur consentement à nous encadrer. Que leur aide constante a contribué au bon développement de cette travail.

Mr. **BOUGUERRA Sid Ahmed** d'avoir accepté de Co-encadrer ce thème, de m'avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de m'apporter son attention tout au long de ce travail. Nous témoignons notre profonde gratitude à Mme **GUETTAIA.S** qui a bien voulu présider le jury. Elle nous a été d'une précieuse aide durant notre formation d'hydrogéologie. Notre reconnaissance va également à Mr **KERZABI.R**, d'avoir accepté de faire partie du jury. Nous voulons aussi marquer notre reconnaissance à Mr. **TABET**, et Mme **KERZABI**, les professeurs qui nous ont enseigné, toute l'équipe pédagogique du département (STU), dirigée par Mr. **HABIB**.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude à Mme **N. ZERHOUNI** Expert en services d'assainissement, qui nous a fait profiter de ses compétences élevées et de sa longue connaissance de la zone d'étude, et pour leur contribution en matière de données nécessaires à la réalisation de ce travail. A Mêmes **W. LABASTI**. Tous les ingénieurs de service de l'assainissement, toute l'équipes de la direction d'hydraulique da la Wilaya de Tlemcen, toutes les ingénieures de (O.N.A) surtout Mme **A. SLIMANI** et Mr **M. MRAH**. Le chef de la station d'épuration Maghnia et le chef de laboratoire, les hydrologues de la direction d'hydraulique da la Wilaya de sidi bel Abbas, l'équipe de la station du traitement barrage Boughrara spécialement le chef de laboratoire Mêmes **BOUABSA.K**.

Résumé :

La gestion des eaux a tous les temps posé un grand défi à l'homme depuis leurs exploitations en passant par son utilisation et en procédant par la suite à son recyclage en vue de protéger notre environnement. Celui-ci dans lequel vont être déversés les eaux usées après avoir subi un traitement par une station d'épuration visant essentiellement à éliminer la matière organique, les matières en suspension, l'Azote et le phosphore. Les effluents ainsi traités sont rejetés dans le milieu naturel, dans les cours d'eau et leurs affluents, qui vont eux-mêmes directement ou indirectement alimenter les nappes souterraines exploitées pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP). C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à la station d'épuration de Legfep située plus en amont du barrage Hammam Boughrara dans le bassin versant d'Oued Mouilleh (Nord-Ouest de l'Algérie), en essayant de faire le synthèse des différentes analyses des eaux à la sortie de la station pour évaluer d'une part son rendement quant à la composition chimique des différents éléments traceurs des eaux usées et d'autre part discuter leur impact sur la qualité des ressources en eau plus en aval de la station.

Mots clés : Pollution, Bassin versant de Mouilleh, Barrage Hammam Boughrara. Analyses physico-chimiques, STEP, Rendement

Abstract:

Water management has always posed a great challenge to humans, from operations to its use and subsequently to recycling it in order to protect our environment. This one into which the wastewater will be dumped after having undergone treatment by a sewage treatment plant mainly aimed at removing organic matter, suspended matter, nitrogen and phosphorus. The effluents thus treated are discharged into the natural environment, into rivers and their tributaries, which will themselves directly or indirectly supply the groundwater exploited for the Drinking Water Supply (AEP). It is in this context that we were interested in the Legfep treatment plant located further upstream of the Hammam Boughrara dam in the Oued Mouilleh watershed, by trying to synthesize the different analyzes of the water at the outlet. of the station to assess on the one hand its performance in terms of the chemical composition of the different tracer elements of wastewater and on the other hand to discuss their impact on the quality of water resources further downstream from the station.

Keywords: Pollution, Oued Mouilleh watershed, upstream of the Hammam Boughrara, analyzes, the yield.

الملخص:

تشكل إدارة المياه في جميع الأوقات تحديًا كبيرًا للإنسان بداية من استخدامها ثم إعادة تدويرها من أجل حماية بيئتنا. هذا الذي سيتم فيه إلقاء مياه الصرف الصحي بعد أن خضعت للمعالجة بواسطة محطة معالجة مياه الصرف الصحي التي تهدف بشكل أساسي إلى إزالة المواد العضوية والمواد المعلقة والنيتروجين والفوسفور. يتم تصريف النفايات السائلة المعالجة بهذه الطريقة في البيئة الطبيعية، في الأودية وروافدها، والتي ستزود نفسها بشكل مباشر أو غير مباشر بالمياه الجوفية المستغلة لإمداد مياه الشرب. في هذا السياق، كنا مهتمين بمحطة معالجة مغنية الواقعة في أعلى منبع سد حمام بوغرة في مستجمعات المياه في واد مويلح (شمال غرب الجزائر)، من خلال محاولة صنع توليف التحليلات المختلفة للمياه عند مخرج المحطة لتقييم، من ناحية، أداءها من حيث التركيب الكيميائي لعناصر التتبع المختلفة لمياه الصرف الصحي، ومن ناحية أخرى، لمناقشة التأثير على جودة الموارد المائية في اتجاه مجرى النهر من محطة.

الكلمات المفتاحية: التلوث، الحوض التجميعي واد مويلح، سد حمام بوغرة التحاليل، محطة المعالجة، المرود.

Table des matières

Introduction générale :.....	10
CHAPITRE I : Cadre général d'étude.....	13
I) INTRODUCTION :.....	13
I-1) Activités socio-économiques :.....	14
a) Situation Démographique :.....	14
b) Activités économiques :.....	17
c) Les activités industrielles :.....	17
d) Les activités touristiques :.....	19
CHAPITRE II : Présentation du bassin versant.....	21
II-1) Situation géographique de la région de Maghnia :.....	21
II-2) Caractéristiques physiques :.....	22
II-3) hydrographie :.....	28
II-3-1 Bassin versant de l'Oued Mouilleh :.....	28
II-4 géologie :.....	31
II-4-1 La géologie de la zone d'étude :.....	31
II-5 Hydrogéologie :.....	33
II-5-1 Hydrogéologie de la zone d'étude :.....	33
II-5-2-Piézométrie de la nappe du Plioquaternaire :.....	38
a) La nappe (S-O) de la plaine de Maghnia :.....	38
b) La nappe de Zriga (N-O) de Maghnia :.....	38
II-5-3-Relation nappe-Oued :.....	41
II-6climatologie :.....	43
Contexte général :.....	43
II--6-1- Précipitation :.....	43
II-6-1-1 Précipitation mensuelles :.....	43
II-6-1-2 Précipitation annuelles :.....	44
II-6-1-3 Précipitation saisonnières :.....	45
II-6-2 Etude des températures :.....	46
II-6-2-1 Température mensuelle et annuelles :.....	46
II-6-2-2 Etude du climat :.....	47
II-6-2-2-1 Méthode graphique :.....	47
II-6-2-2-2 Les indices climatiques généraux :.....	48
II-6-3Le déficit d'écoulement :.....	52

II-6-3-1 Formule de TURC (1955), calcul de L'E.T. R :	53
II-6-3-2 Méthode de COUTAGNE (1980) :	53
II-6-3-3 Méthode de WUNDT :	54
II-6-3-4 Méthode de P. Verdil (1988) :	56
II-6-4 Bilan hydrogéologique de la station Maghnia :	57
II-6-4-1 Méthode de THORNTWAITE (1948) :	57
II-6-4-2 Calcul du ruissellement :	60
II-6-4-3 Détermination de l'infiltration :	60
CHAPITRE III : sources d'impact de pollution	61
INTRODUCTION :	61
III-1 CADRE RÉGLEMENTAIRE :	63
III-2 La protection des ressources en eau contre la pollution :	64
III-3 Les Ouvrages hydrauliques :	66
III-3-1 Ressources superficielles :	66
III-4- Ressources souterraines :	68
a) La région de Maghnia :	68
b) La région d'Oujda :	70
III-4 Les sources de pollution dans le bassin versant d'Oued Mouilleh :	71
III-4-1 Pollution urbaine :	71
a) La région de Maghnia :	71
b) La région d'Oujda :	74
III-4-2 Pollution industrielle :	76
a) La région de Maghnia :	76
b) La région d'Oujda :	83
III-4-3 Pollution agricole :	85
a) La plaine de Maghnia :	85
b) La plaine de Oujda-Angad :	85
III-5 Les sources de pollution dans la région d'étude :	87
a) Risque de pollution des eaux souterraines par les eaux superficielles :	87
b) Risque de pollution des eaux superficielles par les oueds :	87
CHAPITRE V : Etude du rendement de la STEP	91
Introduction :	91
V-1) Caractéristiques épuratoires actuelles de la STEP de Maghnia :	92
V-2). L'origine d'eau brute :	92
V-3). Filière de traitement :	93
V-4). Les installations de la STEP :	93

V-4-1). Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux :	93
a) Le déversoir d'orage :	93
b) Prétraitement :	94
c) Traitement biologique :	98
V-5 Normes des eaux traitées.....	102
a) Normes internationales :	102
b) Normes Algériennes.....	102
V-5. Variation temporelle des concentrations des différents éléments durant 3 ans (2017, 2018, 2019) :	104
a) La température :	104
b). Potentiel hydrique (pH).....	105
c) O2 dissous :	106
d). La conductivité :.....	107
e). La Turbidité :.....	108
f). Matières en suspension (MES) :	109
g). La demande chimique en oxygène (DCO) :.....	110
h). Demande biologique en oxygène (DBO5) :.....	111
i). Azote ammoniacal (NH4+) :.....	113
j). Nitrite (NO2-)	114
k). Nitrate (NO3-) :.....	115
l) Ortho phosphatés (PO4 -3) :	116
m). Interprétation du rendement de la STEP pour la DCO, DBO5 et MES (2017-2018-2019) :	117
n). Rendements de la STEP.....	120
n.1) Demande biologique en oxygène (DBO5).....	120
n.2). Étude du rendement épuratoire :	120
V.6. Une corrélation mensuelle entre les trois éléments MES, DBO5 et DCO :	122
Recommandations	126
1- Qualité des eaux d'Oued Mouilleh et de barrage de Hammam Boughrara :.....	126
a) Qualité des eaux d'Oued Mouilleh :.....	126
b) Qualité de l'eau brute à l'entrée du barrage :	127
c) Qualité des eaux de barrage Boughrara :.....	127
2- perspectives et recommandation pour diminuer la pollution des eaux :.....	131
CONCLUSION GENERALE	132
Références bibliographiques	134

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : : Localisation de la STEP de Maghnia (Photo satellitaire, Google Earth,2020).....	14
Figure 02 : Diagramme de population résidente dans le B.V d'Oued Mouilleh	15
Figure 03 : Estimation de la population de Maghnia à l'horizon 2025	16
Figure 04 : les unités industrielles dans la zone d'étude	18
Figure 05: Photo extérieure de la Maïserie (BOUKHATEB,2018).	
Figure 06 : photo intérieure de l'ENOF (BENTONITE-INOF-MAGHНИЯ,2018).....	19
Figure 07 : Station thermal de Hammam Boughrara.....	19
Figure 08 : Station thermale de Hammam Boughrara.....	20
Figure 09 : Carte d'état-major Maghnia N°172. (MICHELIN ;1958)	21
Figure 10 : Carte de situation de la plaine de Maghnia. (BABA-HAMED,2007)	22
Figure 11 : : Carte topographique dans les limites du secteur d'étude. N°1501(Ajouté par	23
Figure 12 : Courbe hypsométrique et diagramme de fréquences altimétriques	25
Figure 13 : Carte d'occupation du sol du bassin versant Mouilleh	27
Figure 14: photo satellitaire d'Oued Mouilleh (Google Maps,2020).....	28
Figure 15: Réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Mouille.....	30
Figure 16: Carte géologique de la région d'étude (D.R.E.W. Tlemcen ;2003	32
Figure 17: Coupe hydrogéologique (D'après BONNET 1967).....	33
Figure 18: Log géologique des forages recoupant le Plioquaternaire dans La région.....	35
Figure 19: Variation de la nature et de l'épaisseur des alluvions Plioquaternaire.....	36
Figure 20 : Structure hydrogéologique de la plaine de Maghnia (D'après BONNET 1965)	37
Figure 21 Carte piézométrique de la plaine de Maghnia (((M. Ameer et F. Saad, 1990)	39
Figure 22 : Carte piézométrique de la plaine de Zriga (D'après Kebir et Rostane,1991)	40
Figure 23Variation piézométrique de la nappe de Maghnia suivant la coupe Ouest-Est (D.R.E,2003) 42	
Figure 24 : Les variations moyennes mensuelles des précipitations de la station de Maghnia	44
Figure 25: variations interannuelles des précipitations de la station de Maghnia	45
Figure 26 : Contributions saisonnières des précipitations moyennes de la station de Maghnia.....	45
Figure 27 : Variations des températures moyenne, mensuelles, station Maghnia.....	46
Figure 28: Graphe ombrothermique station de Maghnia (1989/1990 ;2018/2019).....	48
Figure 29 : Abaque de Martonne.....	49
Figure 30: Climagramme d'EMBERGER.....	51
Figure 31:Abaque de Wundt modifié par Coutagne de la station de Maghnia.	55
Figure 32: Abaque de (Verdeil.P, 09/1988) pour le calcul du déficit d'écoulement en Algérie	56
Figure 33 : Les ressources hydrauliques dans le bassin versant d'Oued Mouilleh et les sources de pollution	65
Figure 34: Barrage de Hammam Boughrara (Chater,2019)	66
Figure 35 : Photo représentante le collecteur principal de la STEP (Chater&Bendjeffal,2020)	73
Figure 36: Photo de l'entrée de la STEP de Maghnia (Chater&Bendjeffal,2020)	73
Figure 37: Schéma représentatif pour la station d'épuration d'Oujda (http://www.radeeo.ma)	75
Figure 38: Décharge de Maghnia après l'éradication, (Lokbani & Bensouna,2017)	79
Figure 39: Pollution d'origine agricole dans le bassin versant d'Oued Mouilleh	86
Figure 40: Photo satellitaire présente les zones d'activités principales potentiellement polluants (Google Erat,2020	90
Figure 41:image stellitaire présente la STEP de Maghnia (Google Earth, 2020).	92
Figure 42 : Le déversoir d'orage. (La D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA2003).	94
Figure 43 : Bâtiment de relevage. (Chater& Bendjeffal, 2020).	95

Figure 44 : Grille manuelle De By-pass (1unité). (La D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA 2003).....	96
Figure 45: Dessableur–Déshuileur (2unités). (Chater& Bendjeffal, 2020).....	97
Figure 46 : Bassin d'aération (4unités). (Chater& Bendjeffal, 2020)	99
Figure 47: Épaisseur de boue. (Chater& Bendjeffal, 2020).....	101
Figure 48 : Variation mensuelle de PH à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).	105
Figure 49: Variation mensuelle de la concentration d'O2 dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).	106
Figure 50: Variation mensuelle de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).	107
Figure 51: Variation mensuelle de la Turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).	108
Figure 52: Variation mensuelle de la concentration de la (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 24/12/2019).	109
Figure 53: Variation mensuelle de la concentration de la (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 24/12/2019).	110
Figure 54: Variation mensuelle de la concentration de la (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 24/12/2019).	111
Figure 55: Variation mensuelle de la concentration de la (NH4+) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/01/2017 au 24/12/2019).	113
Figure 56: Variation mensuelle de la concentration de la (Nitrite (NO2-) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/01/2017 au 24/12/2019).....	114
Figure 57: Variation mensuelle de la concentration de la (Nitrate (NO3-) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/01/2017 au 24/12/2019).....	115
Figure 58: Variation mensuelle de la concentration de la (PO4 -3) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/01/2017 au 24/12/2019).	116
Figure 59: Évolution mensuelle du rendement de MES au cours du temps (2017-2018-2019).....	120
Figure 60: Évolution mensuelle du rendement de DBO5 au cours du temps (2017-2018-2019).	121
Figure 61: Évolution mensuelle du rendement de la DCO au cours du temps (2017-2018-2019).....	121
Figure 62: Évolution annuelle du rendement des trois éléments MES, DBO5 et DCO au cours du temps (2017-2018-2019).	122
Figure 63: Une corrélation entre la DCO et les MES sur les quel s'est fait les concentrations a la sortie de la STEP pour l'année (2017).	122
Figure 64: Une corrélation entre la DCO et les MES sur les quel s'est fait les concentrations a l'entrée de la STEP pour l'année (2018).	123
Figure 65: Une corrélation entre la DCO et la DBO5 sur les quel s'est fait les concentrations a la sortie de la STEP pour l'année (2018).	124
Figure 66: Une corrélation entre les DCO et la DBO5 sur les quel s'est fait les concentrations à la sortie de la STEP pour l'année (2019).	124
Figure67 : Évolution des résidus secs en fonction des apports du barrage Hammam Boughrara.....	128
Figure 68 : Évolution de la demande biologique en oxygène et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Boughrara	128
Figure 69: Évolution de la demande chimique en oxygène et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Boughrara.	129
Figure 70 : Évolution des nitrates et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Boughrara.	129
Figure 71 : Évolution des ortho phosphates et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Boughrara.....	130

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01: Populations résidente dans le bassin versant d’oued Mouilleh	14
Tableau 02 : Population de la daïra de Maghnia à différents horizons	16
Tableau 03: Fiche technique du périmètre irrigué Maghnia	17
Tableau 04: Espèces élevées.	17
Tableau 05 : Principales unités industrielles	18
Tableau 06 : : paramètres hypsométriques du B.V	24
Tableau 7: Distribution du couvert végétal dans le bassin d’oued Mouilleh	26
Tableau 08: Les cordonnées de bassin versant d’Oued Mouilleh	29
Tableau 09: Paramètres du réseau hydrographique.....	31
Tableau 10: Présentation de la station pluviométrique de Maghnia.....	43
Tableau 11: Précipitation moyenne, mensuelles de la station de Maghnia.....	43
Tableau 12: Précipitation moyenne, annuelles de la station de Maghnia.....	44
Tableau 13 : Distribution saisonnières des précipitations moyennes à la station de Maghnia.....	45
Tableau 14: Température moyenne, mensuelles de la station de Maghnia.....	46
Tableau 15: Températures et précipitations moyennes mensuelles	47
Tableau 16 : la classification de Martonne.....	48
Tableau 17: Les valeurs de « i ».....	49
Tableau 18: Le valeur de « Q2 »	50
Tableau 19: Les valeurs d’Indice de MORAL	52
Tableau 20: Type de climat selon Moral.....	52
Tableau 21: Calcul de l’ETR (Méthode de TURC)	53
Tableau 22: Calcul du déficit d’écoulement (Méthode de COUTAGNE)	54
Tableau 23: Calcul du déficit d’écoulement (méthode de Wundt)	54
Tableau 24: Comparaison des différents méthodes utilisées pour le calcul du déficit et l’infiltration	57
Tableau 25: « i » (Méthode de Thornthwait)	58
Tableau 26: Bilan hydrologique calculés (mm) pour la station de Maghnia (1989/2019).....	59
Tableau 27: valeur de l’infiltration selon les différentes méthodes	60
Tableau 28: : Caractéristiques du barrage Hammam Boughrara	67
Tableau 29: Forages dans le secteur d’étude (partie Algérienne)	68
Tableau 30: Les Sources de la région de Maghnia.....	69
Tableau 31: Les surfaces irriguées par les forages et les puits.....	70
Tableau 32: Les surfaces irriguées par les eaux usées	70
Tableau 33: Le bilan des besoins en ressources en 2020 de la ville d’Oujda	71
Tableau 34: Les paramètres de pollution urbaines calculés.....	72
Tableau 35 : Principaux indicateurs d’assainissement dans la ville d’Oujda en 2014	74
Tableau 36: Unités industrielles	76
Tableau 37: Analyses périodiques de la Maiserie.....	78
Tableau 38: Déchets hospitaliers	80
Tableau 39: Abattoirs dans le bassin versant d’Oued Mouilleh.....	81
Tableau 40: Stations de services dans le bassin versant d’Oued Mouilleh	81
Tableau 41: Points de rejets dans le bassin versant d’Oued Mouilleh	82
Tableau 42: Les unités industrielles d’Oujda.....	83
Tableau 43: Abattoirs de la région d’Oujda.....	83
Tableau 44: la quantité des déchires de L’usine de lait COLAIMO.....	84
Tableau 45: pressoir à olives de la région d’Oujda.....	84
Tableau 46: Risque de pollution sur les eaux superficielles et souterraines	89
Tableau 47: Données de base de La station d’épuration.	92

Tableau 48 : des Données de la Grille grossière :(1 unité).	94
Tableau 49 : des Données de la dégrillage fine.....	95
Tableau 50: Données de la Grille manuelle De By-pass (1unité).	96
Tableau 51: des dimensions de bassin d'aération.	98
Tableau 52: des dimensions de bassin de dénitrification.	98
Tableau 53: Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées.	102
Tableau 54: les normes Algériennes et les valeurs limites maximales de rejet.....	103
Tableau 55: Les analyses physicochimique d'Oued Mouilleh pour l'année 2018.....	126
Tableau 56 : les analyses physico chimiques 2018 de l'eau brute à l'entrée du barrage.	127

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SYMBOLES

A.B.H : l'Agence national des bassins hydrographiques

A.N.R.H : l'Agence National des Ressources Hydrauliques

ABHOCC : l'Agence national des bassins hydrographiques Oranie-Chott Chergui

ANBT : l'Agence Nationale des barrages et transferts

CERTAF : Céramique de Tafna Maghnia

D.R.E : Direction des ressources en eaux Wilaya de Tlemcen

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

DSA : Direction statistiques agricoles

ENOF : Fabrication de boues de forage pétrolier et fournisseurs de nombreux pays du Moyen Orient

ERIAD : Maïserie de la Tafna

IS/DSA : Direction des Services Agricoles

MES : Matière En Suspension (mg/l).

NH₄⁺: Azote ammoniacal (mg/l).

NO₂⁻: Nitrites (mg/l).

NO₃⁻: Nitrates (mg/l).

O.N.M : Office National de la Météorologie

O.N.S : Office national des statistiques

ONA : Office National d'Assainissement.

PH : Potentiel Hydrogène.

PO₄⁻³ : Ortho phosphates (mg/l).

Qi : Le débit journalier d'eau brute à traiter (m³.j⁻¹).

SNDA : Schéma national de développement de l'assainissement

STEP : Station d'épuration.

T : Température.

Introduction générale

Introduction générale :

L'eau est une ressource essentielle pour l'Homme. Elle a toujours joué un rôle important dans l'histoire de l'humanité, puisqu'elle est aussi source de conflits dans de nombreuses régions du monde (Kettab et al, 2008). Il est à noter qu'en 1990, 20 pays souffraient du manque d'eau, en 1996 ils étaient déjà 26 (230 millions de personnes), le nombre de pays qui ont des problèmes d'eau s'élève à 41 en l'an 2020 (Kettab et al, 2008). Tandis qu'une partie de la population reste privée d'un accès satisfaisant à l'eau, la demande pour cette ressource n'a jamais été aussi forte. Les prélèvements d'eau douce ont en effet triplé depuis 50 ans et les zones irriguées ont doublé pendant la même période. Ce phénomène de fond est notamment lié à la croissance de la population. Aujourd'hui, elle augmente de près de 80 millions de personnes chaque année. Cela se traduit par une demande supplémentaire en eau de 64 milliards de mètres cube par an (**Forum mondial de l'eau, Istanbul,2020**). Or, 90% des trois milliards de personnes supplémentaires qui viendront grossir la population d'ici 2050 vivront dans des pays en développement, pour beaucoup dans des régions où la population actuelle dispose déjà d'un accès restreint à l'eau. (Rapport sur les ressources en eau dans le monde,2020).

Dans les régions arides et semi-arides comme l'Afrique du Nord, la croissance de la population ainsi que le développement économique ont accentué la pression sur les ressources en eau qui sont déjà limitées. Le risque de pénurie d'eau est en effet très élevé dans cette région (Brooks, 2007 ; Yazdanpanah et al, 2014). La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie et l'alimentation en eau potable pour avoir accès à cette ressource et la sécheresse qui a touché la région ont montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau (Remini, 2005). La pénurie d'eau est devenue un problème crucial vécu par toutes les sociétés et en particulier par celles des pays du Maghreb et de l'Algérie (Bengueddache, 1999 ; Kettab,2001, Baba-Hamed., 2007). En Algérie, le déficit en eau est devenu inquiétant confirmant les diverses expertises partant d'hypothèse et usant de méthodologies différentes qui ont toutes conclu que notre pays se trouvera entre 2010 et 2025 confronté à une pénurie quasi endémique (Laborde et al, 2003). Face à ce problème, la gestion active des aquifères est l'un des instruments stratégiques capables de susciter et d'accompagner les évolutions et les changements dans la perspective d'un environnement durable (Detay, 1997). Les outils les plus performants actuellement pour l'aide à la prise de décision sont les modèles de simulation mathématique qui permettent de visualiser clairement les conséquences vraisemblables d'une variation quantitative ou qualitative du flux d'eau souterrain à la suite d'une modification des apports ou des prélèvements. (Conférence Ministérielle Euro-méditerranéenne sur la gestion de l'eau,1996).

Le remplissage Plioquaternaire du bassin de la plaine de Maghnia située au Nord-Ouest algérien renferme des ressources hydriques assez importantes (14 Millions m³) (Bouanani et al, 1999). Cependant l'accroissement des besoins en eau pour l'alimentation des populations, les activités industrielles et agricoles a conduit les services de l'hydraulique à intensifier les prélèvements au niveau des principaux champs captant de la plaine. Cette situation a eu pour conséquence une chute du niveau de la nappe et une diminution des débits des oueds. (Baba-Hamed., 2007).

Dans ce travail, nous parlerons de la pollution de l'eau ; qui se manifeste dans la région de Maghnia et notamment dans le bassin versant d'Oued Mouilleh.

Introduction générale

Celui-ci connaît divers types de pollutions générées par les divers rejets liquides et solides de part et d'autre de la frontière Algéro-Marocaine. Les sources de ces rejets sont d'ordre domestique, agricole et industriel. Leur impact varie selon la composition des matières rejetées, d'une part, et selon la réaction entre les éléments et leur propagation dans le milieu urbain, d'autre part. Ces rejets ont un impact néfaste sur beaucoup de régions stratégiques de l'ensemble du bassin versant de l'Oued Mouilleh, comme le milieu urbain de la ville de Maghnia et, notamment, sur le barrage de Boughrara situé à l'exutoire principal du bassin, au point de confluence avec l'Oued Ouerdeffou.

Le bassin versant d'Oued Mouilleh appartient au grand bassin de la Tafna (Ouest algérien). Ce bassin versant draine différents types de la contamination ; des villes de Maghnia et celle d'Oujda ; Ils trouvent son refuge dans le bassin jusqu'au barrage de Hammam Boughrara, qui crée donc de graves nuisances environnementales considérables ; avec de fortes implications économiques et stratégiques. Les autorités algériennes ont souhaité établir une station d'épuration en 2003 à la frontière algéro-marocaine, cependant puisque les déchets jetés aux frontières algériennes proviennent des usines marocaines. Afin de limiter toute pollution liquide par Oued Mouilleh, les autorités marocaines ont installées une station d'épuration dans leur frontière, cela a mis l'Algérie à l'obligation d'implanter une station de traitement des eaux au sein du barrage de H. Boughrara, afin de réduire les cas de pollution qu'elle reçoit.

Dans ce contexte, nous avons jugé nécessaire de contribuer à l'étude de ce phénomène de pollution de l'eau dans ce bassin afin de le maîtriser et de réduire les différents effets qui en découlent. Les rejets d'eaux usées ont un impact négatif sur de nombreuses zones stratégiques de l'ensemble du bassin versant de l'oued Mouilleh, en particulier sur le barrage de H. Boughrara situé au point de rencontre d'Oued Ouerdeffou, qui est la jonction de trois vallées (Abbés, Aounia et Mehaguen) avec Oued Mouilleh.

La STEP de Maghnia reçoit divers types de pollutions véhiculées par les divers rejets liquides dans le réseau d'assainissement, rejets généralement d'origine domestique (urbaine), seulement et compte tenu de l'existence de diverses unités industrielles surtout celles ne disposant pas de système d'épuration appropriés, on constate au vu des résultats des analyses physico-chimique et de pollution, l'existence d'une pollution d'origine industrielle.

Les sources de ces rejets sont d'ordre domestique et industriel. Leur impact varie selon la composition des matières rejetées d'une part, et selon la réaction entre les éléments et leur propagation dans le réseau d'assainissement d'autre part (D.R.E,2009). Ces rejets sont la source d'impacts négatifs sur la bonne marche du process d'épuration (boues activées) dans la STEP de Maghnia, sur l'environnement en général et sur les diverses infrastructures hydrauliques stratégique dans la région, Le barrage de Hammam Boughrara c'est le grand barrage au niveau de la Wilaya de Tlemcen ,avec une capacité utile de 177millions de m³ dont 59 millions régularisables, il est destiné à renforcer l'AEP des grandes agglomérations de l'Ouest algérien, comme les villes d'Oran, de Ain T'émouchent, de Maghnia et éventuellement des couloirs Nord-Ouest de la Wilaya de Tlemcen ainsi qu'à l'irrigation des périmètres de la moyenne et la basse Tafna.

Ainsi une étude des paramètres caractéristiques de ces rejets s'impose et ce, en vue de l'élaboration d'une enquête de pollution dont l'objectif est l'identification de la nature et l'origine des rejets

Introduction générale

(domestique et ou industriels) dans le réseau d'assainissement dont l'exutoire est la STEP de Maghnia.

Pour réaliser cette étude, Nous avons divisé ce travail en quatre chapitres, pour le 1^{er} chapitre. Il s'agit d'un cadre général lequel se fait l'étude le 2eme chapitre traite de l'état de pollution du B. V d'Oued Mouilleh le 3eme chapitre sera consacré à s'identification charge et quantité de la pollution. Le 4eme chapitre est destiné à étudier la structure de la STEP pour faire l'étude de rendement, pour les éléments chimiques et bactériologiques, en fonction de débit d'entrée. En conclusion, nous proposons un ensemble de solutions qui contribuent à réduire la pollution dans le bassin versant de l'oued Mouilleh.

CHAPITRE I : Cadre général d'étude

I) INTRODUCTION :

Les derniers chiffres de l'office national d'assainissement (ONA) en Algérie montrent que :

Cent cinquante-quatre (154) stations du genre sont en exploitation à travers le territoire national, (499) Stations de relevage et de drainage, 76 stations de type boues activées, 75 stations par lagunage naturel ou aéré, 03 filtres plantés, avec un volume mensuel égal 21 Millions de m³ d'eaux traitées destinées à l'irrigation agricole, et un débit moyen journalier des eaux usées épurées égal 668 396 millions m³/j. Cette infrastructure génère environ deux milliards de mètres cubes d'eaux usées traitées pour l'irrigation agricole (ona-dz.org,2020). Toutefois ce volume reste très réduit par rapport aux grandes quantités d'eaux usées produites et qui sont toujours déversées dans les différents milieux naturels. (Dafri A, 2008), La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore. Une grande majorité de ces polluants est transférées de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse (Salghi ,2001).

Pour la wilaya de Tlemcen, trois stations d'épurations (STEP) fonctionnent, (Ain el hout ; Lagfef ; Sidi Sanoussi). Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la station d'épuration de Maghnia, (lagfef).

La station d'épuration de Lagfef (fig1) à la sortie de la ville de Maghnia, permet de supporter toute l'urbanisation existante et projetée, les eaux usées de même que les eaux domestiques de la région sont traitées et rejetées dans le milieu naturel.

La station était réalisée conformément aux normes universelles (boues activées) et mise en service depuis l'année 2000, dimensionnée pour une capacité de 150000 Équivalent-habitants (soit 29400 m³/j). Au niveau de cette même station, il existe des lits de séchage pour récupérer les boues. Ce produit, dérivé sera utilisé pour la fabrication des produits phytosanitaires et les engrais pour l'agriculture. Enfin, sur le plan de l'économie de l'eau, la STEP de Maghnia est programmée pour recycler 6 Hm³ /an, Ce volume supplémentaire devrait soit rejoindre le barrage de Hammam Boughrara et augmente son volume régularisé, soit être transféré vers le périmètre irrigué de Maghnia.

La station d'épuration de Lagfef n'est pas la première station dans la plaine de Maghnia, la première a été réalisée au niveau de l'agglomération frontalière de Akid Lotfi, de capacité réduite. Cette mini-station, inaugurée au même moment que le village socialiste en 1978, devait épurer les eaux usées du centre frontalier, sa programmation se justifie d'une part, par l'absence d'émissaire naturel (Oued), et d'autre part, du fait de la position géostratégique à proximité du plus important poste frontalier Algéro- Marocain. Malheureusement, cette à station est l'arrêt et nécessite une rénovation de ses Organes (U.R.S.A., 2004)

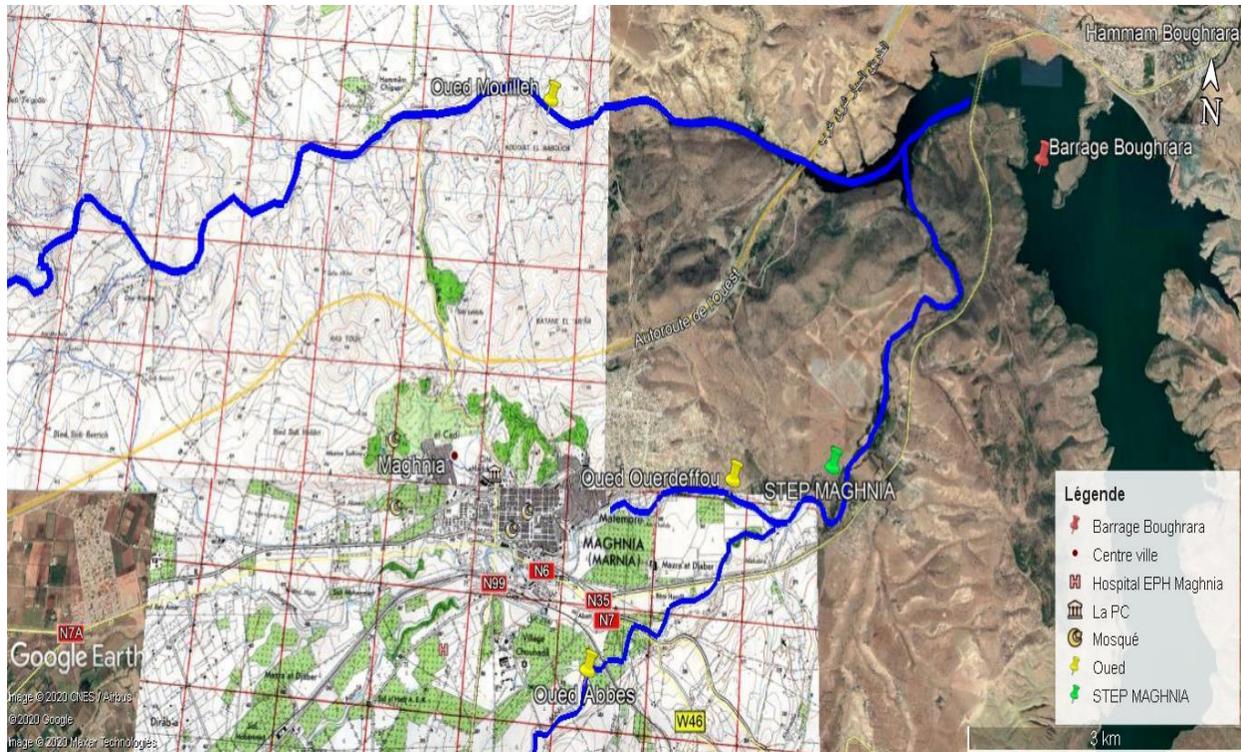


Figure 01 : Localisation de la STEP de Maghnia (Photo satellitaire, Google Earth,2020)

I-1) Activités socio-économiques :

a) Situation Démographique :

La daïra de Maghnia : est le département le plus peuplé de la province de Tlemcen. Selon les statistiques réalisées en 2008, la population totale de la partie algérienne du bassin versant d’Oued Mouilleh était de 127 609 en 1998 (tableau01 ; fig02.) avec un taux de croissance moyen de 2,7%.

Tableau 01: Populations résidente dans le bassin versant d’oued Mouilleh

Commune	Sexe		Total
	Masculin	Féminin	
Maghnia	48440	47863	96302
Béni Boussaid	5158	5164	11894
Hammam Boughrara	3296	3135	10322
Sidi Medjahed	5996	5898	6431
Beni Bahdel	1304	1356	2660
Total			127609

Source O.N.S ;2008

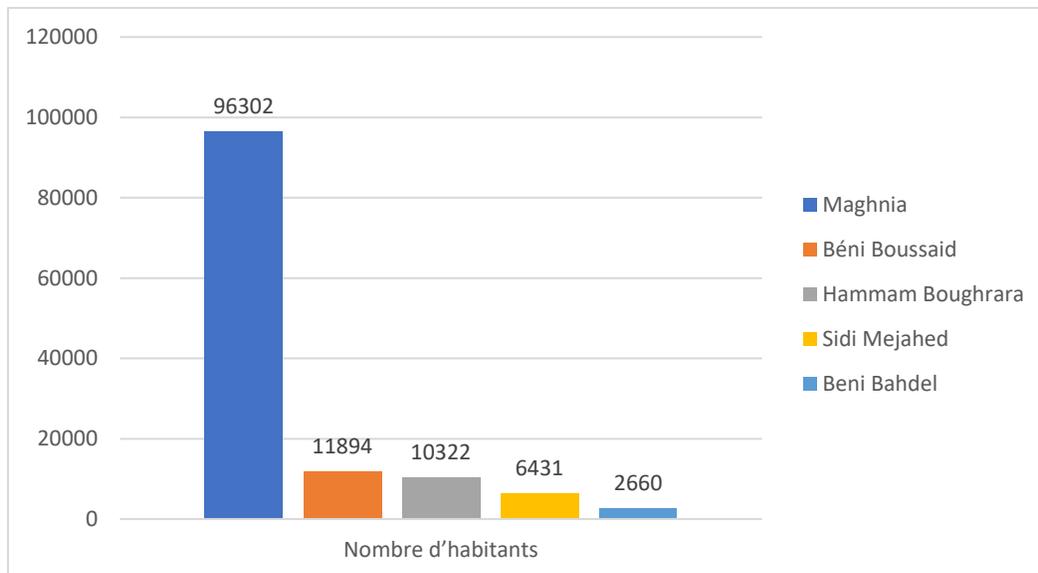


Figure 02 : Diagramme de population résidente dans le B.V d'Oued Mouilleh

Estimation de la population de la daïra de Maghnia à l'horizon 2025 :

Eléments de calcul :

- Taux d'accroissement moyen de 2.7%
N=27
- Formule : $P_F = P_i(1+T)^N$
- Avec :
 PF : Population à l'horizon voulu
 Pi : population initiale
 T : taux d'accroissement
 N : Nombre d'année de l'évolution

Tableau 02 : Population de la daïra de Maghnia à différents horizons

Commune	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Maghnia	96 302	101 573	116 046	132 581	151 472	173 055	197 714
Béni Boussaid	11 894	12 545	14 332	16 375	18 708	21 374	24 419
Hammam Boughrara	10 322	10 887	12 438	14 210	16 235	18 549	21 192
Sidi Medjahed	6 431	6 783	7 749	8 854	10 115	11 557	13 203
Beni Bahdel	2 660	2 806	3 205	3 662	4 184	4 780	5 461
Total	127 609	134 593	153 771	175 682	200 715	229 314	261 989

Le taux de 1998 à 2008 a dépassé le maximum de 2,7% / an, et la croissance urbaine de Maghnia est estimée à environ 3% / an. Les projections indiquent que la population sera d'environ 173 000 personnes d'ici 2020 (Tableau02, fig03). L'offre de terres étant très limitée, il est probable que l'urbanisation se poursuivra sur les terres agricoles adjacentes aux agrumes et aux oliveraies.

Les raisons de cette croissance démographique accélérée de la ville de Maghnia s'expliquent, en partie, par des dynamiques économiques et commerciales qui doivent être reconnues principalement informelles, et qui profitent aux zones frontalières en général et à la ville en particulier, de Maghnia.

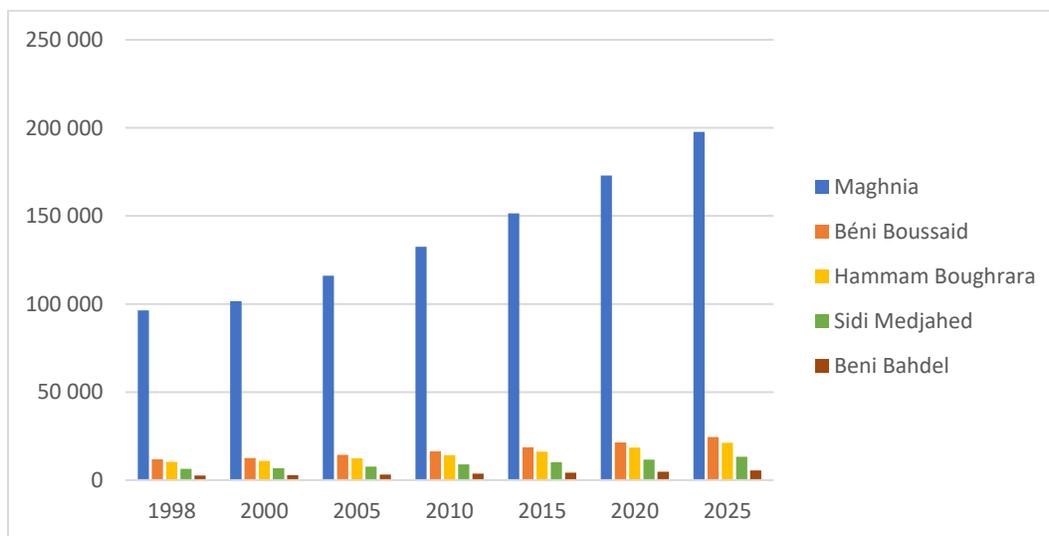


Figure 03 : Estimation de la population de Maghnia à l'horizon 2025

b) Activités économiques :

Les données socioéconomiques concernent la population et les infrastructures sociales, économiques et culturelles.

Activités agricoles : Pour la production agricole Les zones exploitées de la plaine irriguée de Maghnia représentent une source potentielle de pollution due à la propagation des engrais, au traitement des sols et des plantes et à l'exploitation des eaux souterraines. (Tableau03).

Tableau 03: Fiche technique du périmètre irrigué Maghnia

Superficie géographique	9000 ha	Projet d'extension	3000 ha
Superficie irriguée	5250 ha	Alimentation par barrage souani	14 hm3
Mode d'irrigation	Aspersion	Volume distribué 1999-2000	0.2
Ressource en eau :		Superficie irriguée 1999-2000	64 ha
Barrage de béni Bahdel	26 hm3	Volume distribué 2000-2001	0.5hm3
Nappe de Maghnia	17 hm3	Superficie irriguée 2000-2001	700ha

Source office irrigation (IS/DSA ;2009)

Selon les statistiques agricoles de la DSA de la wilaya de Tlemcen DSA, les cultures cultivées sont les céréales, le fourrage et les légumes, ainsi que les arbres et les vignobles. En termes de surfaces irriguées, le jardinage contrôle le marché sur une superficie de 2878 hectares, et en l'absence de données réelles, les estimations théoriques des besoins en eau concernent, à titre indicatif, les cultures céréalières, maraîchères, viticoles, et la plantation d'arbres la viticulture et arboriculture seraient de l'ordre de 2,05 Hm³Le bétail peut être une source de pollution des eaux de surface et souterraines si les déchets générés ne sont pas récupérés ou éliminés dans des conditions saines et dans un environnement approprié. Les principales espèces élevées sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 04: Espèces élevées.

Bovins	1953 têtes
Ovins	44 125 têtes
Caprins	659 têtes
Élevage avion le poules pondeuse et poules de chair	390140 sujets

Source office irrigation (IS/DSA;2009)

c) Les activités industrielles :

L'industrie dans la région de Maghnia est prédominée par cinq (05) unités industrielle importantes (Tableau05 ; fig04.)

Tableau 05 : Principales unités industrielles

E.N.O.F	Traitement des terres décolorantes
C.E.R.T.A.F	Production de céramique
E.N.C.O	Huiles alimentaires
E.R.I.A.D	Production d'amides
Coopératives	Production des huiles

Source EGZI-Tlemcen (2009)

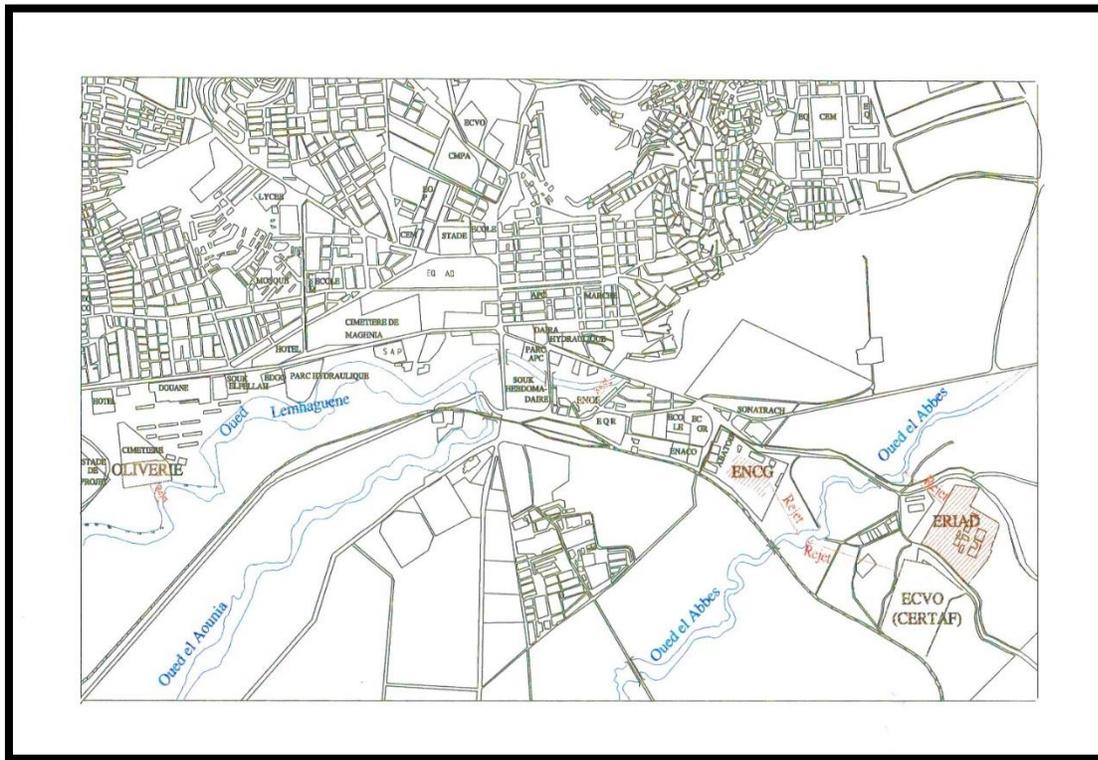


Figure 04 : les unités industrielles dans la zone d'étude

Maghnia a acquis des tissus synthétiques, principalement de l'agroalimentaire, par le biais de l'industrie du maïs (ERLAD) (fig05).et de la filière hydrocarbures (ENCG) mais aussi de la célèbre ENOF (fabrication de boues de forage pétrolier et fournisseurs de nombreux pays du Moyen-Orient). (Fig06) Cependant, depuis leur création, ces unités ont nui à l'environnement, en particulier aux ressources en eau, de la Tafna. La pollution de l'eau détruit d'abord toute la vie aquatique du cours d'eau, puis met en péril toute utilisation de cette ressource qui s'est raréfiée avec l'augmentation des besoins de la population.



Figure 05: Photo extérieure de la Maïserie (BOUKHATEB,2018).



Figure 06 : photo intérieure de l'ENOF (BENTONITE-INOOF-MAGHNIA,2018)

d) Les activités touristiques :

L'activité touristique dans la zone d'étude est centrée sur le tourisme thermal.

Il existe trois stations thermales, dont deux d'importance régionale (Hammam Boughrara et Hammam Chiguer) et une sans aménagement (Hammam Sidi Belkheir).

• HammanBoughrara :

Le complexe thermal de Hammam Boughrara (fig07) est situé à l'intérieur du village le long de la RN35, Il est composé d'un hôtel de 92 lits, 12 bungalows, une piscine, des douches et un café restaurant.

Les eaux thermales de ce Hammam ont les caractéristiques suivantes :

- ❖ Débit : 15 l/s.
- ❖ Température de l'eau : 45,5 °C.
- ❖ Indications thérapeutiques : Rhumatisme, Neurologie



Figure 07 : Station thermal de Hammam Boughrara

• Hamam Sidi Belkheir:

Cette source chaude est localisée à mi-chemin entre Maghnia et Hammam Bouhrara Son accessibilité est assurée par une piste de 1,5 Km à partir de la RN35. Elle ne dispose que d'un aménagement rudimentaire. De par sa présence au fond de la vallée, à la confluence des Oueds Tafna et Mouilleh, son existence est compromise par la

Réalisation du barrage Hammam Bouhrara, car la source se trouve dans la zone inondable
Caractéristiques des eaux :

- ❖ Débit : 2l/s
- ❖ Température : 36°C
- ❖ Indication thérapeutique : Rhumatisme, Veineuse.
- ❖ Minéralisation : Bicarbonate (CO₃H)

• Hamam Chigueur :

La station thermale de chigueur (fig08) est localisée à 5 Km au nord de Maghnia le long du chemin de wilaya CW 46. Ce complexe comprend un hôtel de 24 lits, 12 bungalows et 02 piscines.

Les caractéristiques des eaux de ce Hammam sont :

- Débit : 40 l/s;
- Température de l'eau : 30°C;
- Indications thérapeutiques : Rhumatisme, Veineuse, peaux et muqueuses.
- Minéralisation principale : Chlorure sodique (Cl :1633 mg/l, Na : 874mg/l)
- Minéralisation secondaire : Bicarbonate (HCO₃ : 488 mg /l, Ca : 81 mg/l);
- Résidu sec à 180°C : 2950 mg/l;
- PH :8,53.



Figure 08 : Station thermale de Hammam Chigueur

CHAPITRE II : Présentation du bassin versant

II-1) Situation géographique de la région de Maghnia :

La ville de MAGHνια chef-lieu de Daïra relève administrativement de la wilaya de TLEMCCEN.

Elle est située sur la RN35, a près de 50km à l'Ouest de Tlemcen. De par sa position géographique faisant l'intersection de plusieurs axes de communication, elle est comprise dans une bande rectangulaire de 2300 m de longueur sur 2000 m de largeur environ aux coordonnées Lambert (carte d'état-major Maghnia N° 172 ; échelle : 1/25000°)

X1= 130km X2= 132km

Y1= 158.3 km Y2=156km

La commune de Maghnia est située à l'extrême Nord-Ouest de l'Algérie, sa position frontalière, lui confère un rôle stratégique entre l'Algérie et le Maroc. Elle est limitée géographiquement (Fig09.) :

- Au Nord par le massif des Traras qui l'isole de la Mer Méditerranée.
- Du Sud à l'Est par les monts de Tlemcen.
- A l'Ouest et Sud-ouest par la ligne frontalière avec Maroc.

La commune de Maghnia s'étend sur une superficie totale de 294km², composée de huit agglomérations : (DRE,2003 ; ZERROUKI 2012)

- L'agglomération chef-lieu : Maghnia
- Les agglomérations secondaires : Akid Abbés, Akid Lotfi, M'Samda, Bekhata, Chebikia, Bettaine et Iagfef.

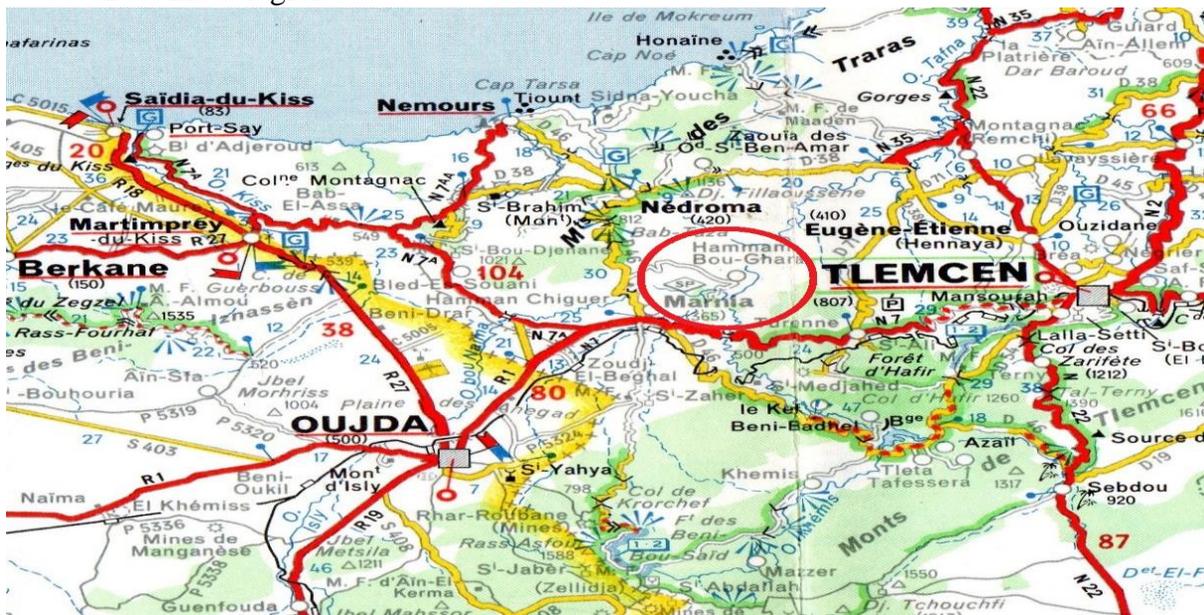


Figure 09 : Carte d'état-major Maghnia N°172. (MICHELIN ;1958)

La région étudiée se trouve à 35 km en ligne droite à l'Ouest de Tlemcen dans la Wilaya portant le même nom. Elle occupe la partie Nord de la carte topographique au 1/25000 n°172 de MAGHNA.

Les plaines et les plateaux occupent la partie centrale du bassin enfermée entre les zones montagneuses. La population se concentre principalement dans cette région. **La plaine de Maghnia** est limitée au Nord et Nord-Est par les piémonts sud des monts des Traras, au Sud par les piémonts Nord des monts de Tlemcen et à l'Ouest par un prolongement naturel formant la plaine des Angad (Maroc). (Fig10).

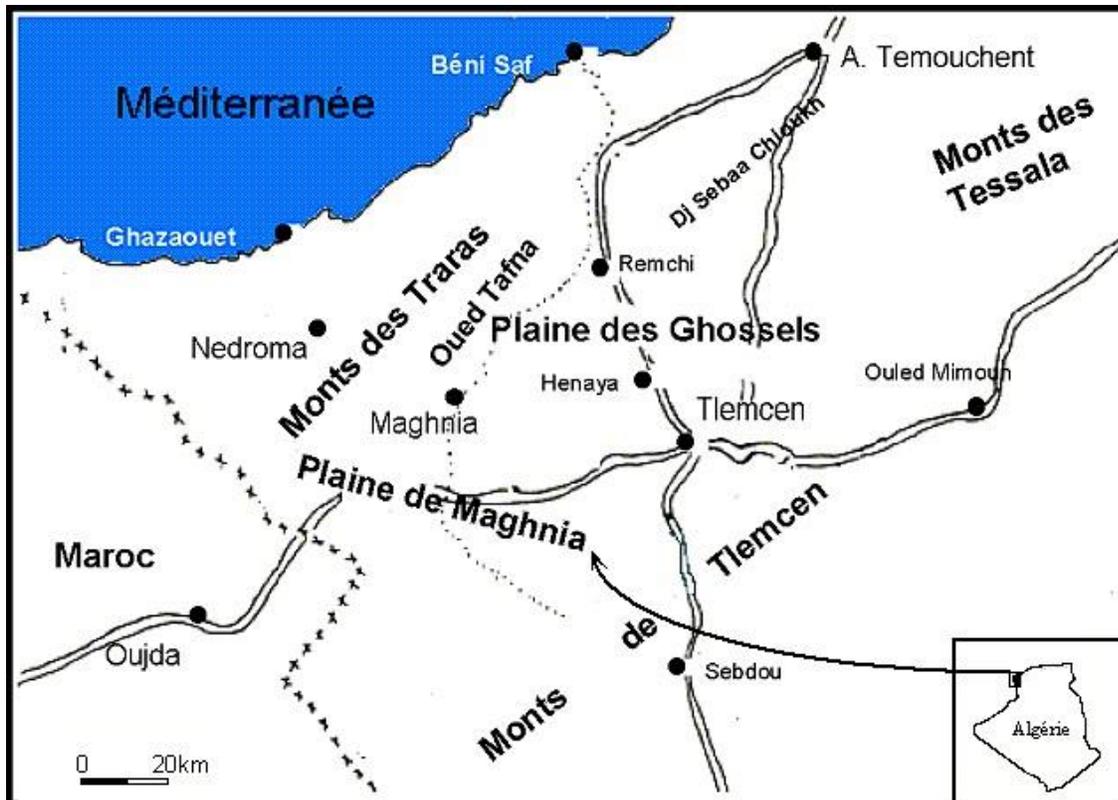


Figure 10 : Carte de situation de la plaine de Maghnia. (BABA-HAMED,2007)

II-2) Caractéristiques physiques :

Relief et topographie de la région de Maghnia :

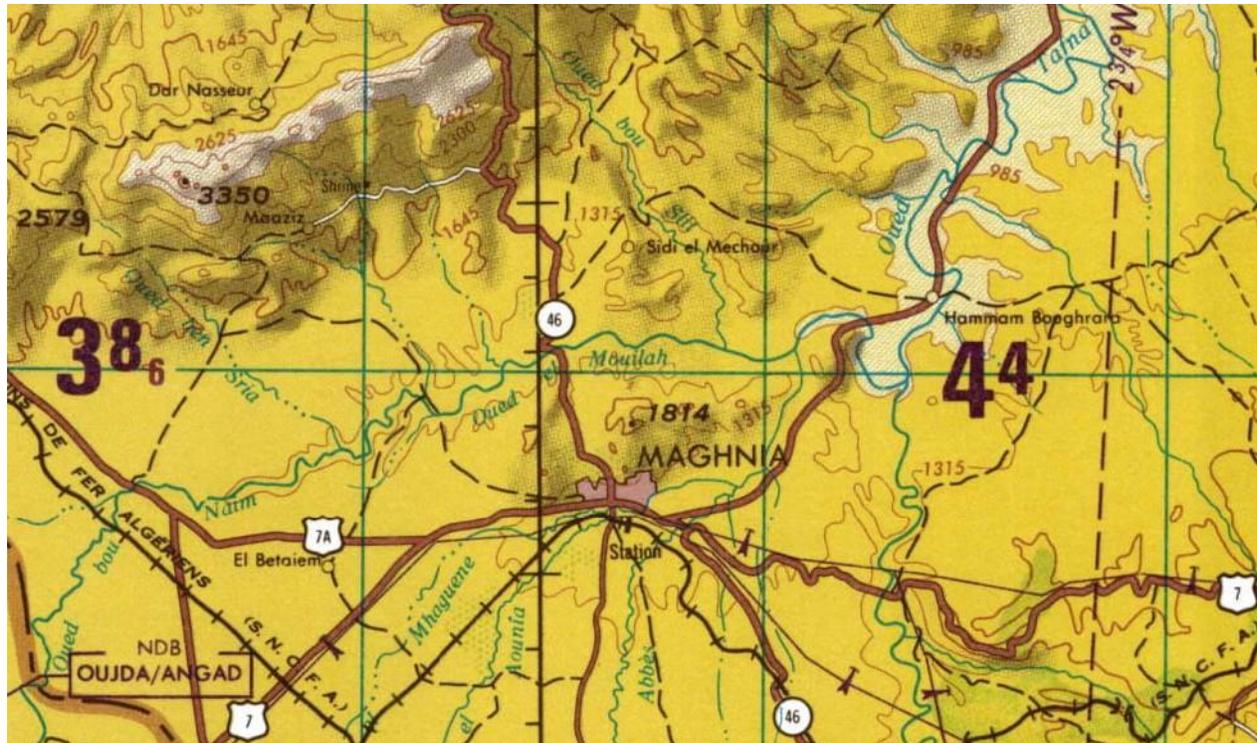
Le secteur d'étude(fig 11), présente un relief assez varié, allant des zones de montagnes, de piémont jusqu'aux plateaux et vallées.

-La zone montagneuse et les piémonts représente 30%, constituant un couloir allant de Ouled Aissa à l'Ouest jusqu'à Sidi Ali Benzemra à l'Est d'une largeur de 7 km et se rétrécit jusqu'à 2km à Ouled Aissa.

La topographie très accentuée correspond à des pentes qui dépassent les 25%, le point culminant se trouve à 1112m.

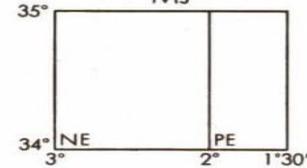
Les plateaux présentent 60%, et peuvent être identifiés à des plaines d'importance locale.

Les dépressions et les vallées représentent 10%, la plus importante est la vallée de la moyenne Tafna qui s'étend sur 8km, avec une largeur de 200 à 1000m. Son affluent Oued Mouilleh, présente un relief plus au moins accidenté avec une topographie diminuant du Sud-Ouest vers le Nord-Est et une altitude moyenne de 400m. (BOUABDALLAH.N,2006).



ELEVATIONS IN FEET
ALTITUDES EN PIEDS

GEOREF
BASIC 15° QUADRANGLE
MJ



GLOSSARY—GLOSSAIRE

Aïn	source	spring
Assif	ruisseau	stream
Bled	étendue	area
Chabet	ruisseau	stream
Dar	village	village
Djebel	montagne	mountain
Dra'al	colline	hill
Gara	colline	hill
Guelb	colline	hill
Guern	colline	hill
Jbel	montagne	mountain
Jorf	colline	hill
Koudia	colline	hill
Monts	montagnes	mountains
Oglat	puits	well
Oued	wadi	stream
Province	province	first-order administrative division
Seheb	wadi	stream
Tizi	col	pass
Wilaya	province	first-order administrative division

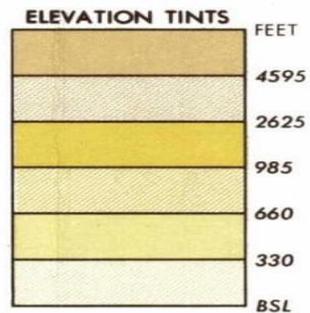


Figure 11 : : Carte topographique dans les limites du secteur d'étude. N°1501(Ajouté par US. ARMY, 1994).

Tableau 06 : : paramètres hypsométriques du B.V

Tranches d'altitudes	Ai (Km ²)	Ai cumulées (Km ²)	Ai %	Ai % cumulées	Altitude moyenne partielle (km)	% altitudes cumulées	Produit (2x6) (km ³)
1450-1400	1.95	1.95	0.09	0.09	1.424	100	2.78
1400-1350	1.56	3.51	0.08	0.17	1.375	95.83	2.15
1350-1300	19.81	23.32	0.96	1.13	1.325	91.66	26.25
1300-1250	23.22	46.54	1.13	2.26	1.275	87.50	29.61
1250-1200	36.69	83.23	1.78	4.04	1.225	83.33	44.95
1200-1150	23.75	106.98	1.15	5.19	1.175	79.16	27.91
1150-1100	23.91	130.89	1.16	6.35	1.25	75.00	29.89
1050-1000	179.76	310.65	8.73	15.08	1.075	70.83	193.24
1000-950	184.58	495.23	8.96	24.04	1.025	66.66	189.19
950-900	81.25	576.48	3.94	27.98	0.975	62.50	79.22
900-850	82.31	658.79	4.00	31.98	0.925	58.33	76.14
850-800	84.50	743.29	4.10	36.08	0.875	54.16	73.94
800-750	103.35	846.64	5.02	41.10	0.825	50.00	85.26
750-700	89.85	936.49	4.36	45.46	0.775	45.83	69.63
700-650	141.23	1077.72	6.86	52.32	0.725	41.16	102.39
650-600	129.66	1207.38	6.29	58.61	0.675	37.50	87.52
600-550	138.85	1346.23	6.74	65.35	0.625	33.33	86.78
550-500	144.57	1490.8	7.02	72.37	0.575	29.16	83.13
500-450	153.71	1644.51	7.46	79.83	0.525	25.00	80.70
450-400	156.27	1800.78	7.59	87.42	0.475	20.83	74.23
400-350	189.03	1989.81	9.18	96.59	0.425	16.66	80.34
350-300	56.49	2046.3	2.74	99.33	0.35	12.50	19.77
300-250	13.70	2060	0.67	100.00	0.275	8.33	3.77
Somme	2060	-	-	-	-	-	1548.77
Altitude moyennes = 1548.77/2060 = 0.751Km							

Ces données (tableau06), permettent d'établir :

- 1). La courbe hypsométrique du bassin versant d'Oued Mouilleh (fig12)
- 2). Le diagramme des fréquences altimétriques (fig12)

Ces courbes permettent de déterminer les altitudes caractéristiques :

- Altitude moyenne, elle est égale 751m
- Altitude la plus fréquente elle est égale à 250m
- Altitude de fréquence 1/2, elle est égale 740

Notez que la courbe hypsométrique a une concavité. Il correspond au bassin au stade de maturation, qui représente le stade d'équilibre.

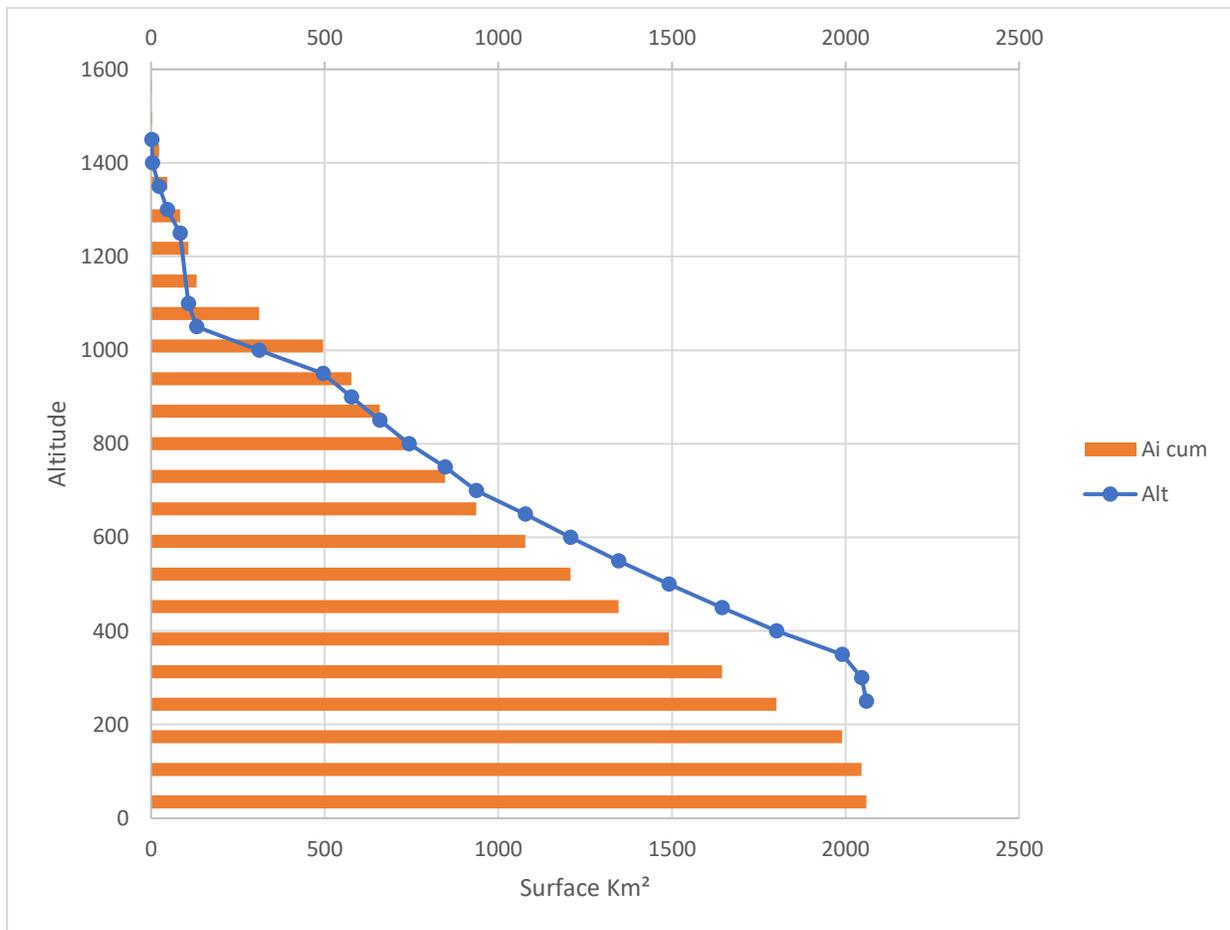


Figure 12 : Courbe hypsométrique et diagramme de fréquences altimétriques

Sols et Végétation :

Le sol calcaire qui s'étend le long de la vallée de Mouilleh et se prolongent au Nord-Est des monts des Traras et aux piémonts de Tlemcen. Il y a généralement des plantes herbacées. Sols argileux : rocheux et peu profonds, se développant surtout le long de la vallée d'Oued Mouilleh. Les sols alluviaux sont principalement constitués de sols calcaires lourds couvrant de faibles terrasses et vallées. Il est situé au nord de la plaine de Maghnia. - Sol pavé rouge : ce sol est formé de mollusques miocènes et couvre une grande partie de la plaine de Maghnia où il rencontre une large culture irriguée. La répartition de la végétation (tableau 07) montre que la moitié de la superficie du bassin de la vallée de la Mouilleh est constituée de terres dénudées situées dans la partie ouest du bassin (figure13). Ce terrain, susceptible d'être pénétré par des pluies torrentielles, correspond à une surface plane dont la pente est inférieure à 5%. L'autre partie de l'évier est suffisamment couverte pour résister aux menaces d'érosion.

Tableau 7: Distribution du couvert végétal dans le bassin d'oued Mouilleh

Occupation des sols	Surface (ha)	% des surfaces
Cultures extensive	57 200	21,58
Couverte Forester dégradé	9 500	3,58
Couverte Forester normal	39 000	14,72
Arboriculture	1 200	0,45
Couverte mort	131 000	49,43
Prairies et terrains de pacage	27 100	10,23

BOUANANI ,2006

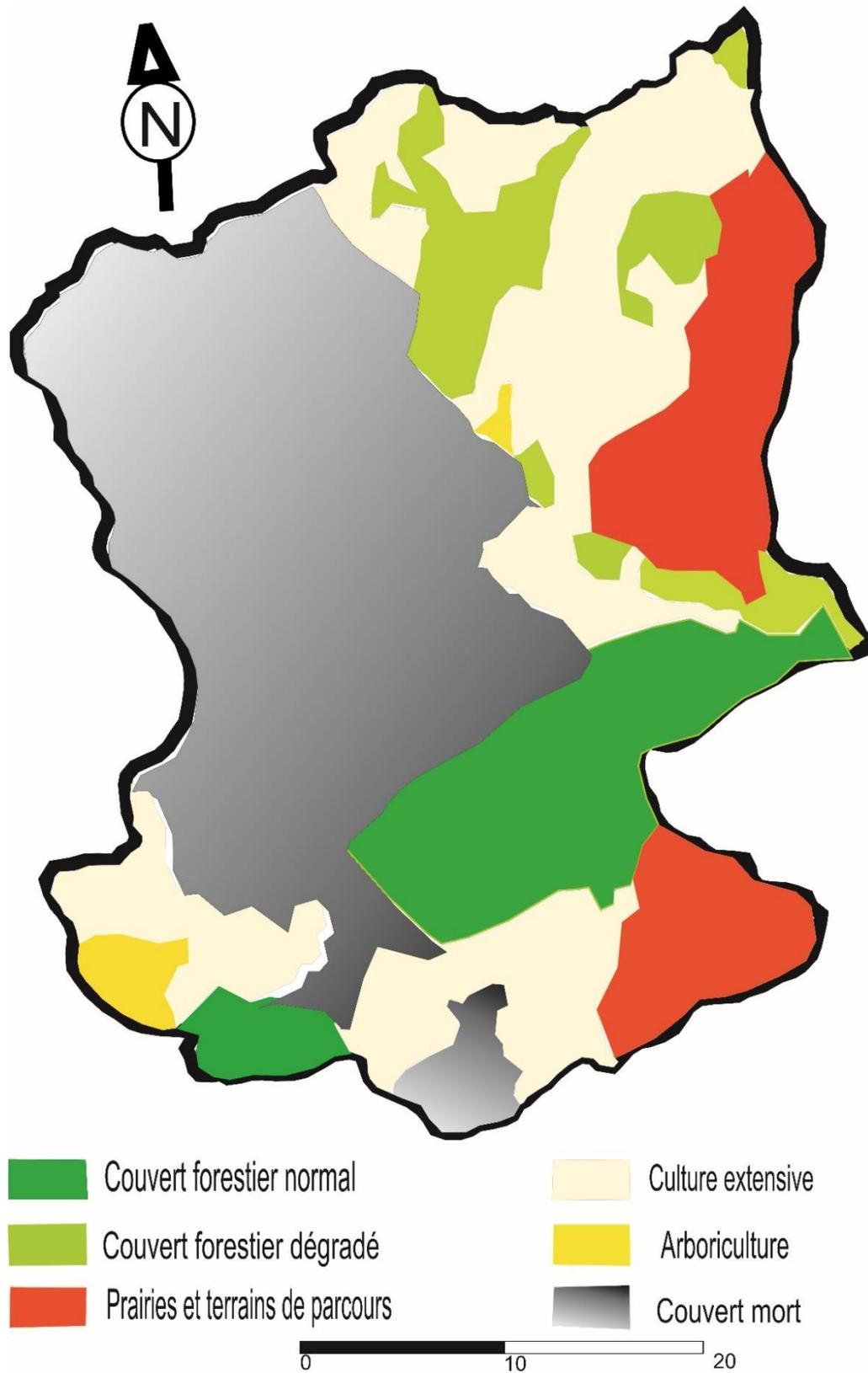


Figure 13 : Carte d'occupation du sol du bassin versant Mouilleh

II-3) hydrographie :

Dans la région de Maghnia le relief et l'imperméabilité des terrains ont permis la naissance d'un réseau hydrographique important qui se jette dans la Tafna.

➤ Il existe deux Oueds principaux dans cette région

-Oued Mouilleh qui est un affluent de l'Oued Tafna, constitue une frontière naturelle entre la commune de Hammam Boughrara et Maghnia, sur 21 km de longueur de l'Ouest vers l'Est. Son débit moyen est de 400l/s suivant les saisons (fig14).

Oued Ouerdeffou est l'un des principaux affluents de l'oued Mouilleh qui draine les Oueds El Abbés, Aounia et Mehaguène

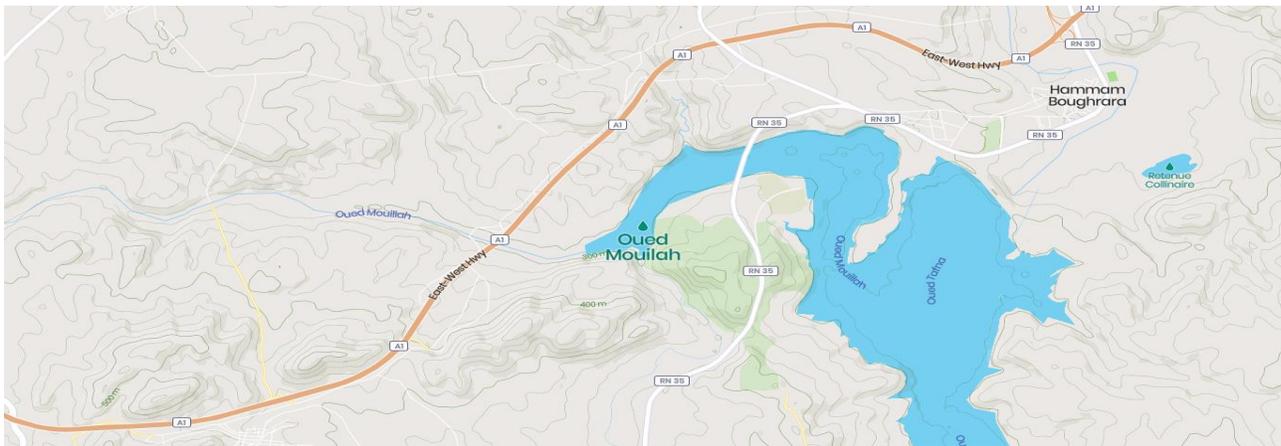


Figure 14: photo satellitaire d'Oued Mouilleh (Google Maps,2020)

- Oued Tafna traverse la partie Est de la commune de Hammam Boughrara avec un débit moyen (1000 à 1500 l/s). Il prend naissance au Sud de Sebdo à 1500 m d'altitude sur les versants Nord du massif montagneux de Tlemcen dont les sommets s'élèvent à plus de 1800m. Il coule principalement du Nord au Nord-Est pour se jeter dans la méditerranée.

II-3-1 Bassin versant de l'Oued Mouilleh :

Le Bassin Versant de l'Oued Mouilleh (, Tableau08 ; Fig15) est bordé au sud par les monts de Tlemcen, à l'Ouest par le massif de Béni snassène et au Nord Est par les Monts des Traras. Il est divisé en trois sous bassins versants : le Sous bassin Sud (01), le Sous bassin Ouest ((02) et le Sous bassin Est (03), orienté Sud-Nord Est, son écoulement au Sud s'effectue de l'Est à l'Ouest, puis du Sud au Nord-Est jusqu'à sa confluence avec oued Tafna.

Tableau 08: Les coordonnées de bassin versant d'Oued Mouilleh

Bassin versant	Superficie	Périmètre	Kc	L	l
Oued Mouilleh	2655km ²	230km	1.25	117km	20.30km

Source : A.N.R.H

- Kc : Indice de compacité, K_c ;
- L : Longueur du rectangle équivalent ;
- l : Largeur du rectangle équivalent ;

Les affluents d'Oued Mouilleh sont :

- **Oued Isly et Oued El Heimer:**

Ils drainent la région sud d'Oujda e plus particulièrement le gisement minier de plomb et zinc de Touissite Sidi Boubaker.

L'Oued El Heimer recevrait les eaux industrielles de la mine de sidi Boubaker, Oued El Heime et Guenfouda.

- **Oued Bou Naim :**

Ce dernier draine toutes les eaux usées urbaines et industrielles de la ville d'Oujda et d'autres agglomérations secondaires avoisinantes Beni drar, Al Aleb,

- **Oued Ouerdeffou :**

L'Oued Ouerdeffou se fourme au niveau de Maghnia par les affluents Oued Lemhaguene et Oued Aounia, traverse la ville de Maghnia en drainant les eaux usées urbaines, les eaux résiduaires industrielles de l'ENOF ainsi que les déchets solides (décharges sauvages dans le lit de l'Oued). A l'est de Maghnia il est rejoint par oued Abbés véhiculant les eaux industrielles.

- **Oued Abbés :**

Cet oued draine les terres agricoles au sud de Maghnia et reçoit les eaux usées des entreprises ENCG.CERTAF, et ERAID Mais.

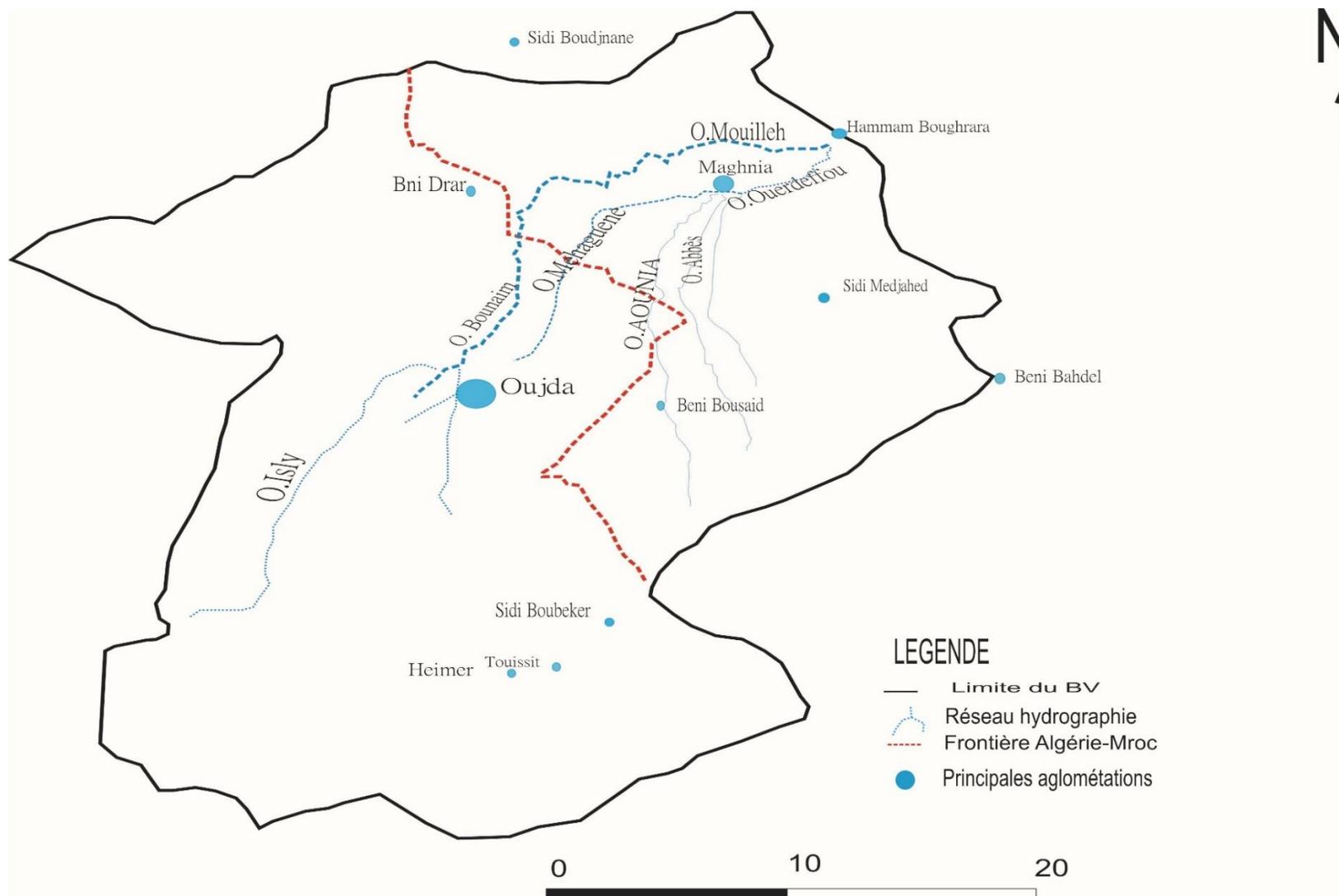


Figure 15: Réseau hydrographique du bassin versant de l’Oued Mouilleh ; (Chater& Bendjeffal, 2020).

Tableau 09: Paramètres du réseau hydrographique

Densité de drainage	0.69 km/km ²
Fréquence des cours d'eau d'ordre I, (nombre=1378)	0.94
Longueur du talweg principale	104.4 km
Coefficient de torrentialité	0.034

Source : A.B.H ;2018

II-4 géologie :

II-4-1 La géologie de la zone d'étude : (P. BONNET 1967, BOUABDALLAH.N,2006)

Les formations géologiques qui affleurent dans tout le bassin versant d'Oued Mouilleh, des plus récentes aux plus anciennes sont :

- Alluvions :

Cette formation récente est représentée par des sables-argileuses parfois limoneux associées à des graviers.

- Quaternaire :

Il affleure en général dans la zone d'étude au niveau des oueds comme oued Abbés, oued Aounia, oued Tafna. Il représente les terrasses des oueds (graviers hétérométrique et hétérogène, galets de taille différente, sables argileux).

- Pliocène continental :

Constitué surtout de grés et parfois associés à des limons Il affleure au niveau des deux rives de l'oued Tafna à Sidi Medjahed.

- Miocène inférieur :

A sa base il caractérisé par des grés qui annoncent la transgression miocène. On passe à des marnes miocènes bien représentées dans la zone d'étude et au Nord de l'Oued Mouilleh où il forme sa rive gauche. Vers le haut on passe à des marnes sableuses.

- Miocène moyenne :

Il affleure au Sud-Ouest de la zone d'étude, représenté par des marnes.

- Jurassique supérieur :

Il affleure à Maghnia et forme la rive droite d'Oued Mouilleh au Nord. Il est représenté par des marnes un peu gréseuses à la base qui passent à des dolomies cristallines

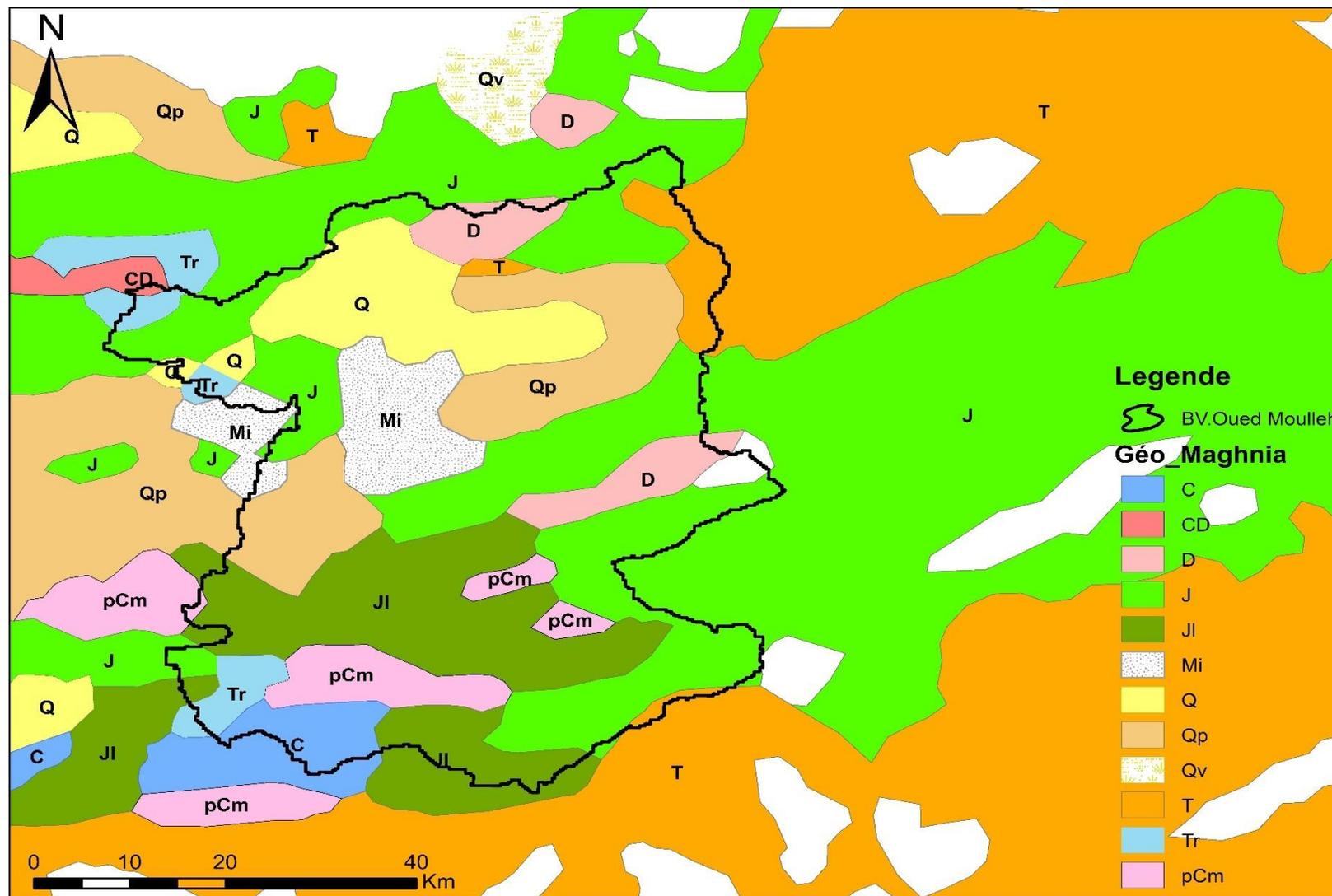


Figure 16: Carte géologique de la région d'étude (Chater & Bendjeffal, 2020).

II-5 Hydrogéologie :

II-5-1 Hydrogéologie de la zone d'étude :

Cette partie permettra d'étudier le contexte hydrogéologique des bassins de l'oued Mouilleh (plaine de Zriga) et de l'oued Ouerdeffou (plaine de Maghnia) en amont de leur confluence qui coïncide avec l'emplacement actuel de la retenue.

Un intérêt particulier sera porté sur la relation hydraulique entre ces oueds et les aquifères superficiels de remplissage Plio-quaternaire de la zone.

Les séquences lithologiques et les conditions tectoniques déterminées par le contexte géologique de la région de Maghnia permettent d'individualiser plusieurs formations aquifères.

Les différents réservoirs et leurs caractéristiques peuvent être résumés ainsi (voir Fig17)

(D'après P. Bonnet 1967).

Epais	Perméabilité	Coupe	Description géologique	Formation
80	Perméable		Dépôt alluvionnaire et lacustre	Plio-quaternaire
50 à 800	Imperméable		Marnes bleu sableuses	Miocène
	Perméable		à la base en grès calcaires Grès	
100	Perméable		Dolomies	Dolomies de Terny
100	Perméable		Marnes et calcaires mameux	Marno-Calcaire de Raouraï
250	Perméable		Dolomies	Dolomies de Tlemcen
300 à 400	Peu perméable		Grès quartzeux avec bancs de marnes vertes et Lie de vin	Grès de boumedienne
150 à 250	Imperméable		Marnes gris et argiles schisteuses	Callovo-oxfordien
100 à 200	Perméable		Calcaire gréseux	Jurassique moy
200 à 300	Perméable		Calcaires oolithique et dolomies	Jurassique inf
?	Imperméable		Marnes vidacées ,gypsifère et grès grossiers rouges avec intercallation argileuses	Permotrias
?	Imperméable		Granite à tourmaline schistes et quartzites	Primaire

Figure 17: Coupe hydrogéologique (D'après BONNET 1967)

Sous les alluvions Plioquaternaire, quatre horizons géologiques datés du Secondaire et du Tertiaire sont potentiellement aquifères. (BOUABDALLAH.N,2006)

-Calcaires du Lias.

-Dolomie de Tlemcen ;

-Dolomie de Terni : surmontées par un toit épais d'âge miocène, imperméable (Braik et Boudieb, 2004) ;

-Grès miocènes : des puits implantés sur les grès miocènes indiquent la présence d'un volume d'eau disponible moins important et une nappe aquifère a intérêt très réduit (Braik et Boudieb, 2004).

L'eau de cette aquifère ne peut pas traverser verticalement la couverture imperméable des marnes du miocène qui peuvent être considérés comme étanches. Elles apparaissent en surface de la périphérie de la plaine et s'enfoncent sous les formations alluvionnaires.

Par conséquent sur le plan hydrogéologie, la constitution minéralogique de cette formation géologique marneuse est indicatrice d'absence de nappes d'eau ; elle est favorable aux écoulements superficiels lors des périodes de pluies ; la présence de bentonite dans ce site plaide en faveur d'une infiltration d'eau nulle et contraire à la formation de nappes d'eau. Les marnes et argiles sont des milieux peu perméables voire imperméables. En outre, dans ce cas l'épaisseur des marnes est très importance et constitue une barrière géologique conséquente.

Dans la plaine Zriga, la nature géologique de remplissage Plioquaternaire est variable (fig18). La granulométrie varie des fractions fines (argileuses à marneuses) aux fractions grossières (galets, poudingues). (Kebir et Rostan, 1992)

L'épaisseur des alluvions est variable du Sud au Nord et tend à s'accroître du Sud-Ouest au Nord-Est, le long de l'Oued Mouilleh (fig19). (Kebir et Rostan, 1992)

La géophysique par prospection électrique (Strojexport,1972). Et les sondages mécaniques ont permis de déceler l'allure générale de la topographie de ce substratum marneux. Il s'agit d'une surface inégale ou se dessine au Sud-Ouest de Maghnia(fig20)

-Une zone déprimée, orientée WSW—ENE, correspondant à un Plio-chenal creusé dans les marnes miocène et qui débouche ou niveau de Maghnia,

-Un talus de direction E-W. Ce talus comprend des poudingues renfermant des galets de grande taille et des passés argilo-sableuses à la base. Il correspondrait à des dépôts de piedmont des reliefs jurassiques.

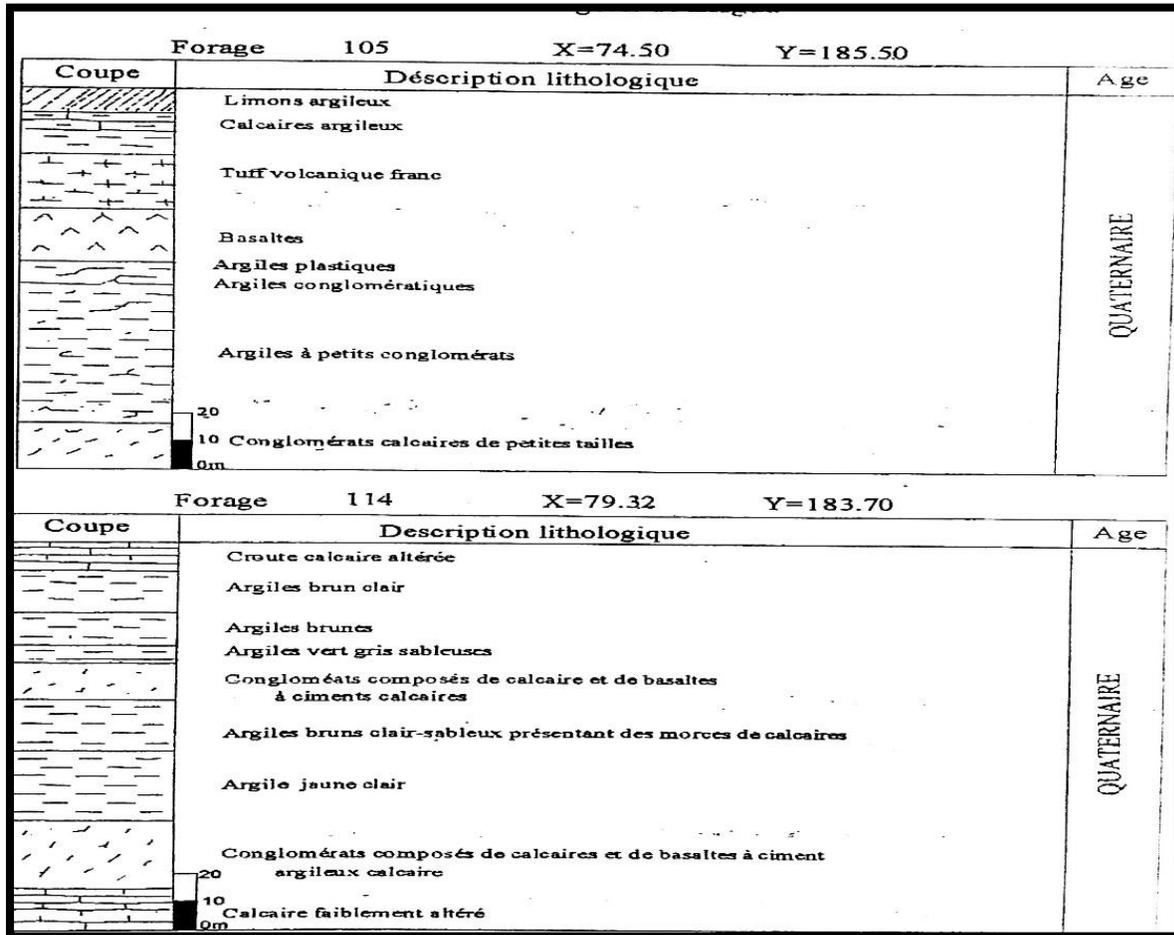


Figure 18: Log géologique des forages recoupant le Plioquaternaire dans La région

Zriga ;(D'après Kebir et Rostan,1992).

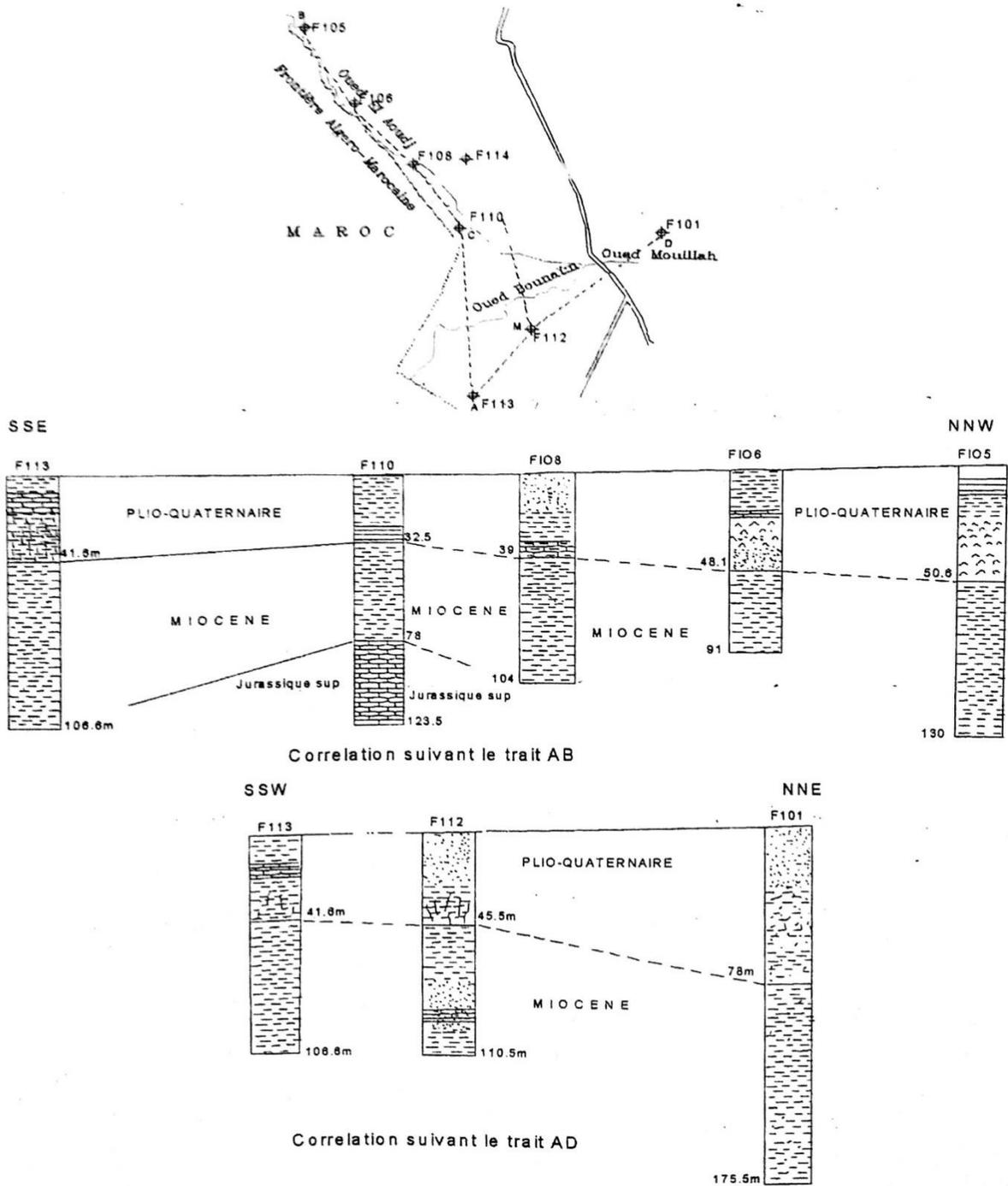
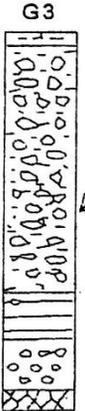
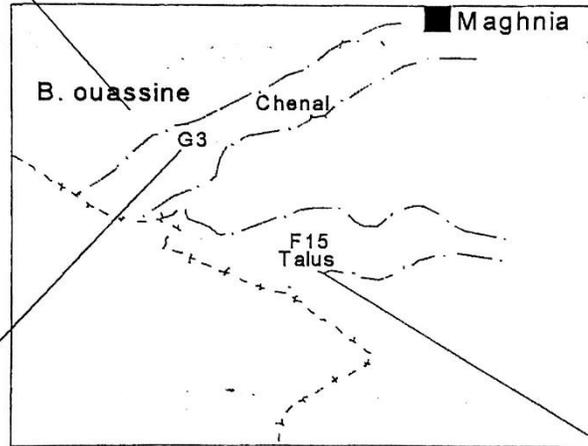


Figure 19: Variation de la nature et de l'épaisseur des alluvions Plioquaternaire
 Dans la plaine de Zriga (D'après Kebir et Rostan,1992)

Beni ouassine



LEGENDE

-  Argile
-  Alluvions grossières à ciment argilo-calcaire
-  Argile avec quelques galets
-  Conglomérat à ciment calcaire
-  Substratum

Figure 20 : Structure hydrogéologique de la plaine de Maghnia (D'après BONNET 1965)

II-5-2-Piézométrie de la nappe du Plioquaternaire :

a) La nappe (S-O) de la plaine de Maghnia :

Une campagne piézométrique ciblant la nappe du Plioquaternaire a été réalisée en janvier 1990 par (M. Ameer et F. Saad). Dans la partie Sud-Ouest de la plaine de Maghnia.

La carte piézométrie (fig21) indique une nappe radiale à écoulement convergeant vers le Nord Est. L'écoulement général semble suivre le paléo-chenal en direction du seuil de Maghnia. (D.R.E,2003).

Au Nord-Ouest, une partie des circulations échappe au drainage de l'Ouerdeffou et semble se diriger vers le bassin de l'oued Mouilleh.

Dans la zone Sud, l'alimentation principale provient des affleurements jurassiques des Monts de Tlemcen. Ceci confirme l'importance du déversement des nappes jurassiques qui se mettent en charge vers la plaine de Maghnia.

b) La nappe de Zriga (N-O) de Maghnia :

La plaine du Plioquaternaire de Zriga a été réalisée sur la base d'une campagne piézométrique ciblant la nappe du Plioquaternaire (fig22)

Cette carte a été établie sur la base d'un réseau de 74 puits nivelés cartographiquement. Elle a été réalisée en Avril 1991 (Kebir, Rostane et Kerzabi,1991).

La partie méridionale de la nappe est de type radial, à écoulement convergent et au gradient hydraulique relativement faible, de l'ordre de 2.10^{-2} m/s. Au Sud, l'alimentation provient des piedmonts du Ghar Roubane. Une partie des écoulements se dirige vers l'Est de la plaine de Maghnia, une autre partie des s'écoule au Nord vers l'oued Bounaim. Un axe de drainage s'écoule selon la direction principale de ce dernier. (D.R.E,2003).

Au Nord, les écoulements proviennent d'une des affleurements jurassiques des Monts des Traras. La nappe est radiale à écoulement divergent et au gradient hydraulique relativement important. Une partie des écoulements se dirige vers le Sud, en direction de la zone de confluence entre l'oued El-Aouedj et de la frontière marocaine.

L'écoulement général de deux portions de nappe converge vers la zone de confluence des deux oueds : l'oued Mouilleh et oued l'Aoudj. (Kebir, Rostane,1992)

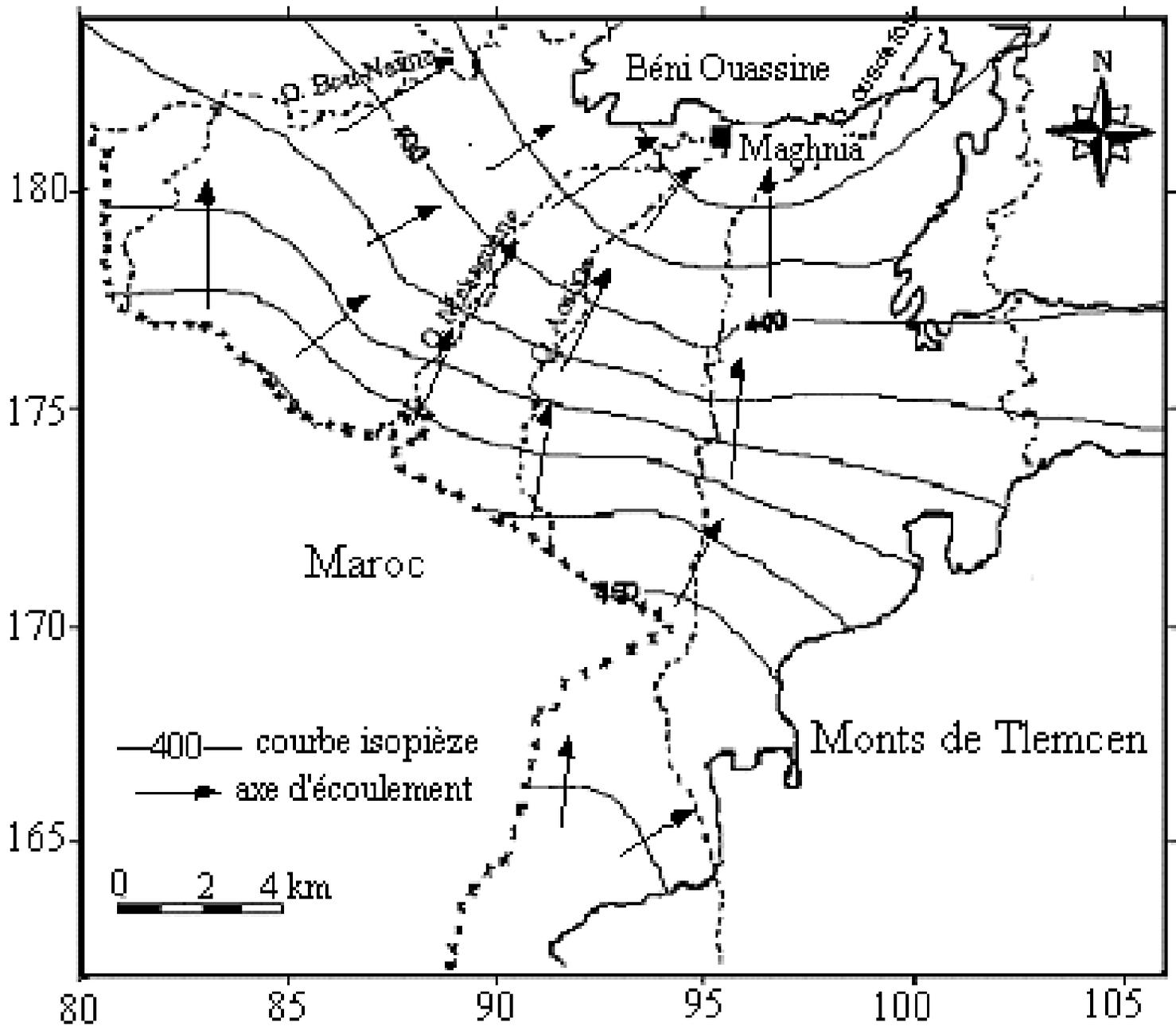


Figure 21 Carte piézométrique de la plaine de Maghnia ((M. Ameer et F. Saad, 1990)

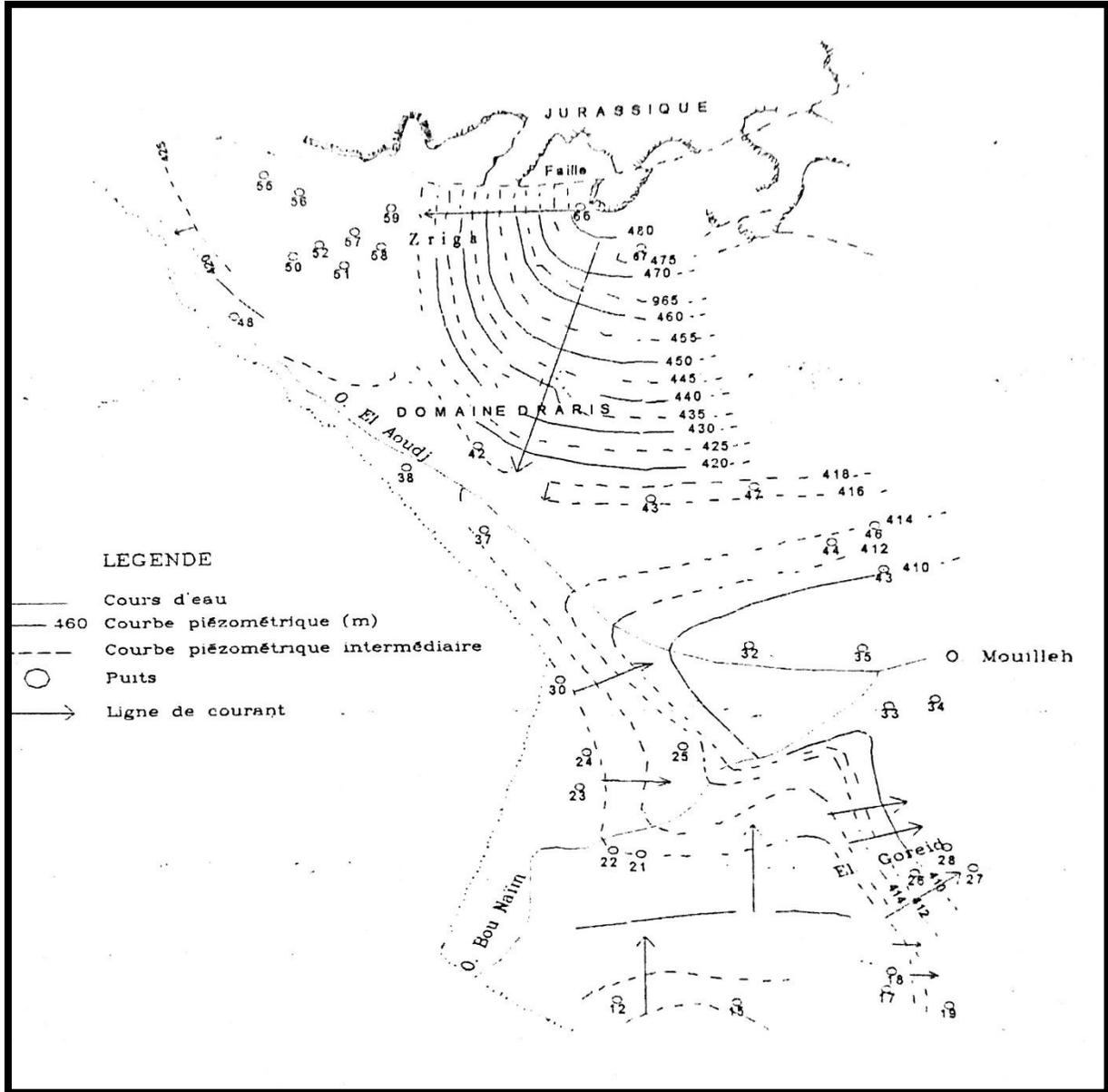


Figure 22 : Carte piézométrique de la plaine de Zriga (D'après Kebir et Rostane,1991)

II-5-3-Relation nappe-Oued :

Dans la zone étudiée, la pente topographique de la surface du remplissage Plioquaternaire est peu accentuée. Les principaux oueds s'écoulent selon une pente relativement douce. Dans certaines portions de l'Oued Mouilleh, des chabets ont été entaillées par les eaux des oueds qui y circulent sur un lit de galets calcaires centimétrique.

En amont de Maghnia, les observations de terrain et l'allure des cartes piézométriques de la nappe du Plio- quaternaire indiquent nettement que le rabattement généralisé de la surface piézométrique ne concourt pas à assurer une alimentation significative aux oueds (fig23) qui restent à sec la majeure partit de l'année, en dehors des courts épisodes pluvieux.

Inversement, en période de crue, les eaux des oueds n'alimenteraient que les zones perméables du lit mineur et des terrasses du lit majeurs des oueds, et les formations perméables du paléo-chenal.

Le fait que la nappe du Plioquaternaire soit localement en charge confirme la persistance de zones qui assurent une relative étanchéité entre les eaux superficielles et les niveaux aquifères du remplissage.

Il est à noter qu'à partir de l'agglomération de Maghnia, l'Oued Ouerdeffou, réunion des trois oueds (Abbés, Aounia, Mehaguen) présente toujours une circulation en aval, même lorsque les trois oueds sont à sec. La présence de cet écoulement pourrait éventuellement s'expliquer par la présence du seuil marneux d'où s'évacuerait le trop-plein de la nappe Plioquaternaire de la plaine. Ce qui est sûr, c'est qu'une grande partie du débit pérenne provient du rejet des eaux usées urbaines et des eaux industrielles de la zone.

Il est signalé qu'en amont de la confluence entre l'oued Mouilleh et l'oued Ouerdeffou, ces deux cours d'eau s'écoulent sur plusieurs kilomètres directement sur les affleurements du jurassique supérieur du pointement de Bni-Ouassine. Dans cette zone, il est fort probable que les eaux des oueds s'infiltrent dans les niveaux carbonatés et fissurés. Ceci pourrait se vérifier par des jaugeages différentiels.

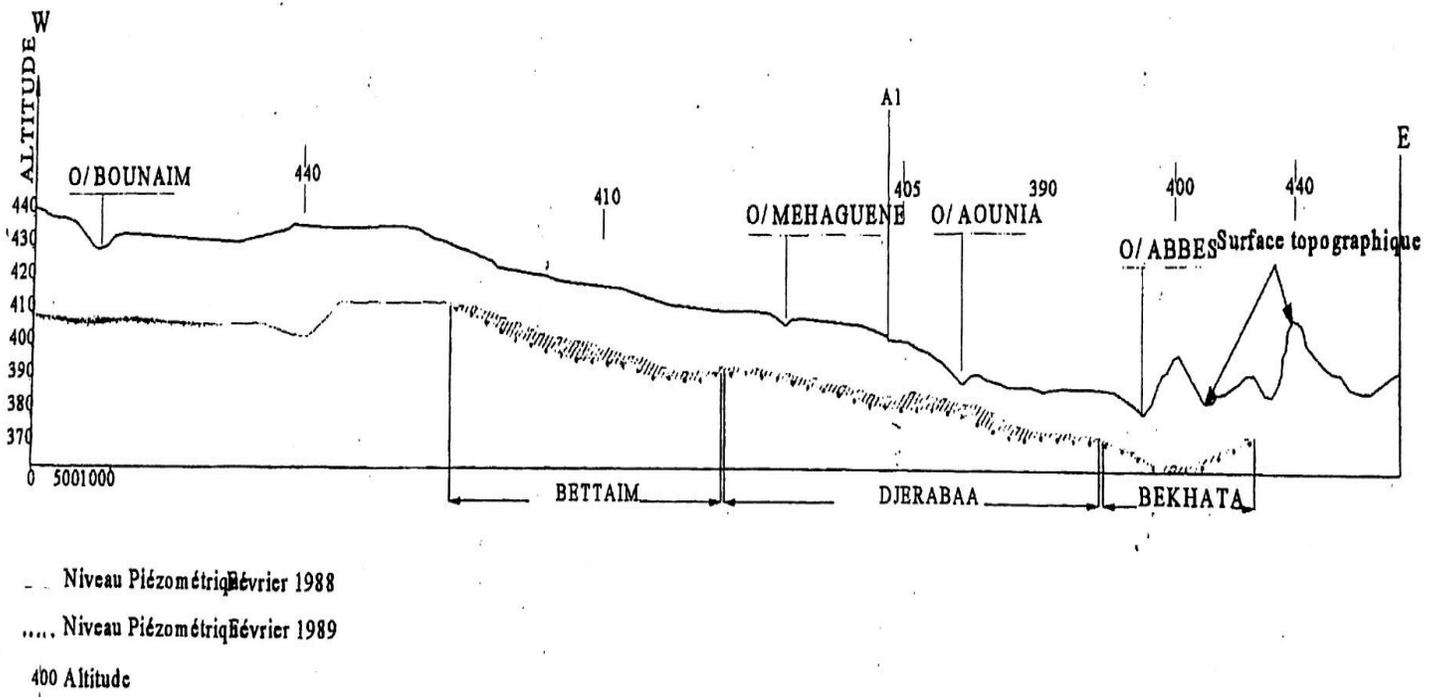


Figure 23 : Variation piézométrique de la nappe de Maghnia suivant la coupe Ouest-Est (D.R.E,2003)

II-6climatologie :

Contexte général :

Le climat du bassin Méditerranéen est plutôt sec et caractérisé par de longues périodes de sécheresses, mais aussi par des pluies parfois intenses durant les périodes hivernales et automnales. Les rives Sud et Est subissent des températures plus élevées ainsi que des périodes de sécheresses plus intenses ; 80% du volume de leurs précipitations annuelles proviennent des pluies hivernales, contre 30% pour la rive Nord. Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) a identifié, dans son cinquième et dernier rapport global publié en 2013-2014, la Méditerranée comme un des 25 « hotspots » (ou « points chauds »), en matière de changements climatiques. Cette situation est liée notamment à sa position à la croisée de deux régimes climatiques (aride en Afrique du Nord, tempéré en Europe), à ses spécificités géographiques (mer semi-fermée entourée de montagnes), mais aussi à un développement urbain intense sur les espaces côtiers, qui accroît bien souvent les vulnérabilités. (Rapport-MED,2018). La zone d'étude comme la région de Maghnia, se caractérise par un climat de type méditerranéen, à deux saisons influencées par l'orographie.

La latitude, l'altitude, l'orographie, la nature de sol, la proximité de la mer, la végétation, l'état moyen de l'atmosphère sont les principaux éléments qui influent sur le climat d'une région.

Le climat régional est défini à l'aide de l'exploitation de données climatiques de la station de la zone d'étude, représentées par les précipitations et les températures :

Tableau 10: Présentation de la station pluviométrique de Maghnia.

STATION	CODE	Latitude	Longitude	Altitude
MAGHНИЯ	160302	34°49 N	01°47 W	430

Source : O.N.M ;2019

II--6-1- Précipitation :

Les précipitations déterminent le type de climat ; elle conditionne le maintien de la répartition du tapis végétal d'une part et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion, d'autre part.

II-6-1-1 Précipitation mensuelles :

L'examen des régimes de précipitations mensuelles montre que les précipitations les plus importantes pour cette station se situent entre novembre et avril, mais les plus faibles se situent entre juin et août. (Tab 11, Fig24)

Tableau 11: Précipitation moyenne, mensuelles de la station de Maghnia

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P mensuelle	18,2	24,76	34,40	31,1	39,2	31,13	37,39	31,06	24	5,75	1,78	5,65

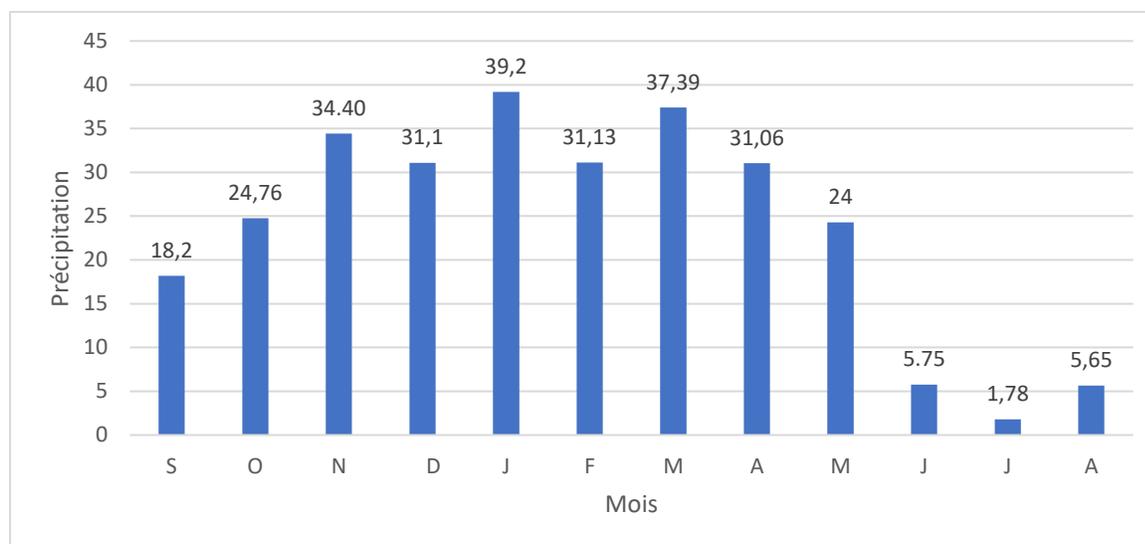


Figure 24 : Les variations moyennes mensuelles des précipitations de la station de Maghnia (1989/1990-2018/2019)

II-6-1-2 Précipitation annuelles :

La figure 25 et le tableau 12 représentent les précipitations annuelles totales. À noter que la valeur la plus élevée des précipitations a été enregistrée en 2008/2009. Avec un maximum moyen de 448 mm. Par contre, le minimum ; a été enregistré durant l’année 2015/2016. de 154 mm.

Les faibles valeurs des précipitations à la station de Maghnia mettent en évidence le rôle de barrière pluviométrique que jouent les monts des Traras et ceux de Tlemcen (BOUANANI, 2004).

Tableau 12: Précipitation moyenne, annuelles de la station de Maghnia

89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01
289	358	443	249	273	265	342	233	302	223	178	265
01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13
348	338	342	186	247	235	224	448	430	278	235	268
13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	Moy					
265	278	154	273	363	200.8	284.42					

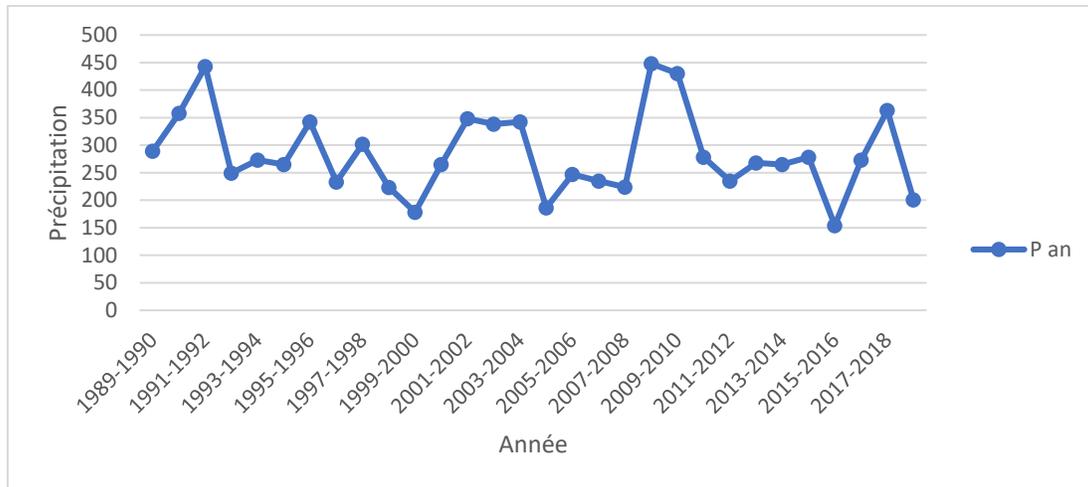


Figure 25: variations interannuelles des précipitations de la station de Maghnia (1989/1990-2018/2019).

II-6-1-3 Précipitation saisonnières :

Tableau 13 : Distribution saisonnières des précipitations moyennes à la station de Maghnia

Saison	AUT	HIV	PRT	Eté
P(mm)	25,79	33,81	30,91	4,39

Pour les Précipitation saisonnières. (Tableau 13Figure 26). Nous avons remarqué, une période humide : saison d’automne, d’hiver, printemps et une autre sèche de l’été.

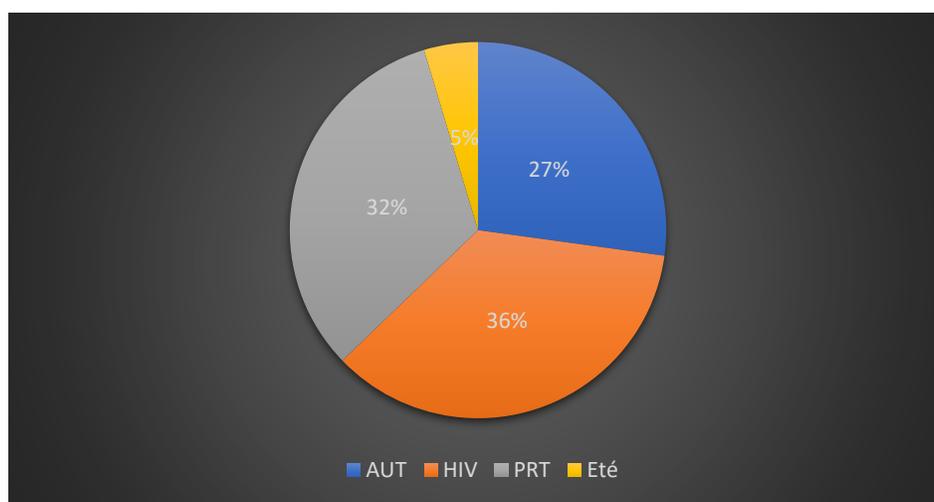


Figure 26 : Contributions saisonnières des précipitations moyennes de la station de Maghnia (1989/1990-2018/2019).

II-6-2 Etude des températures :

II-6-2-1 Température mensuelle et annuelles :

Les températures moyennes mensuelles. (Tableu14) et annuelles, régissent directement le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques. (ROSTANE ,1992)

Pour réaliser cette étude, nous ne disposons que des mesures effectuées sur la station de Maghnia, sur la période1989-2019.

Tableau 14:Température moyenne, mensuelles de la station de Maghnia

M	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	An
T°Max	29,17	25,29	20,3	17,04	16,2	17,05	19,72	22,2	26,15	30,87	34,54	34,84	24,44
T° Moy	22,45	18,74	14,35	11,27	10,05	11,14	13,25	15,25	19,04	23,27	26,6	27,73	17,76
T°Min	15,73	12,9	8,4	5,53	3,98	5,23	6,78	8,66	11,93	15,67	18,66	19,48	11,07

Les Changements des températures mensuelles, à la station Maghnia sont représenté à la figure 27. Pour les températures minimales, le minimum apparaît en janvier. Pour les températures maximales, le maximum se produit en août

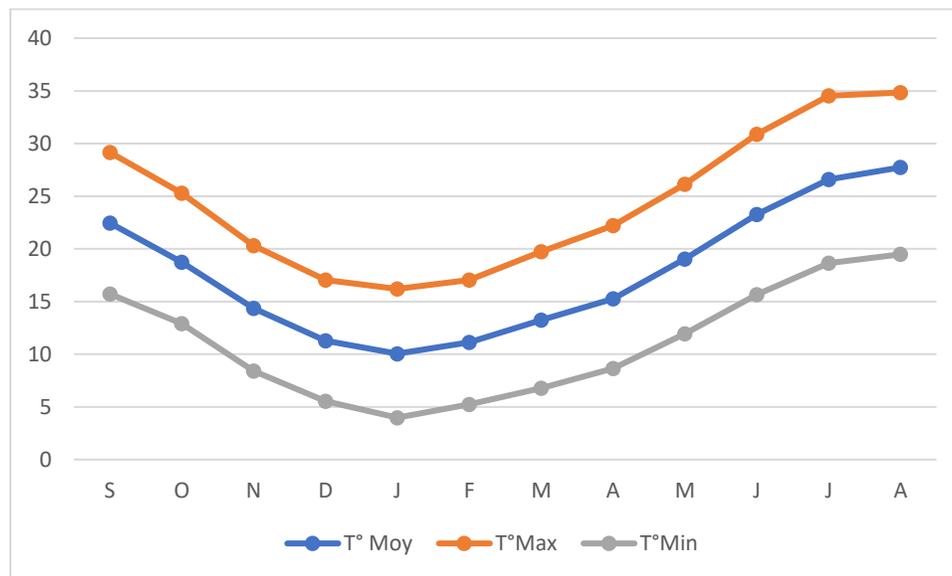


Figure 27 : Variations des températures moyenne, mensuelles, station Maghnia.

(1989/1990-2018/2019)

II-6-2-2 Etude du climat :

Nous utiliserons la station de Maghnia pour étudier le climat, que nous considérons comme la plus fiable avec les séries de données les plus complètes du secteur. Nous avons différentes méthodes pour mener cette étude.

- Les premières permettent de visualiser l'étendue des périodes d'humidité et de sécheresses.
- Les secondes sont basées sur le calcul d'indicateurs qui permettent aux précipitations et aux températures de caractériser le climat de la région.

II-6-2-2-1 Méthode graphique :

➤ **Méthode des courbes pluviométrique :**

Pour (Gausson et Bagnols ;1953), le mois sec est le mois au cours duquel la précipitation totale moyenne exprimée (mm) est inférieure ou égale au double de la température moyenne exprimée en ($^{\circ}$ C), et Cette relation crée des graphiques pluviothermiques lorsque la température monte à deux fois les précipitations.

- Le mois sec, la courbe de température dépasse la courbe des précipitations.
- Le mois humide, la courbe des précipitations dépasse les températures.

Le tableau15, donne les températures moyenne mensuelles et les précipitations moyenne mensuelles de la station Maghnia la période (1989-1990 à 2018-2019).

Tableau 15: Températures et précipitations moyennes mensuelles

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P(mm)	18,2	24,76	34,40	31,1	39,2	31,13	37,39	31,06	24	5,75	1,78	5,65	284,42
T $^{\circ}$ Moy	22,45	18,74	14,35	11,27	10,05	11,14	13,25	15,25	19,04	23,27	26,6	27,73	17,76

Par la station de Maghnia, on remarque que la courbe des précipitations est en dessous de la courbe de température en septembre, ainsi que de mai à août., correspondant à la période sèche, tandis qu'octobre à fin avril, elle est supérieure celle des températures (période excédentaires). (Fig28)

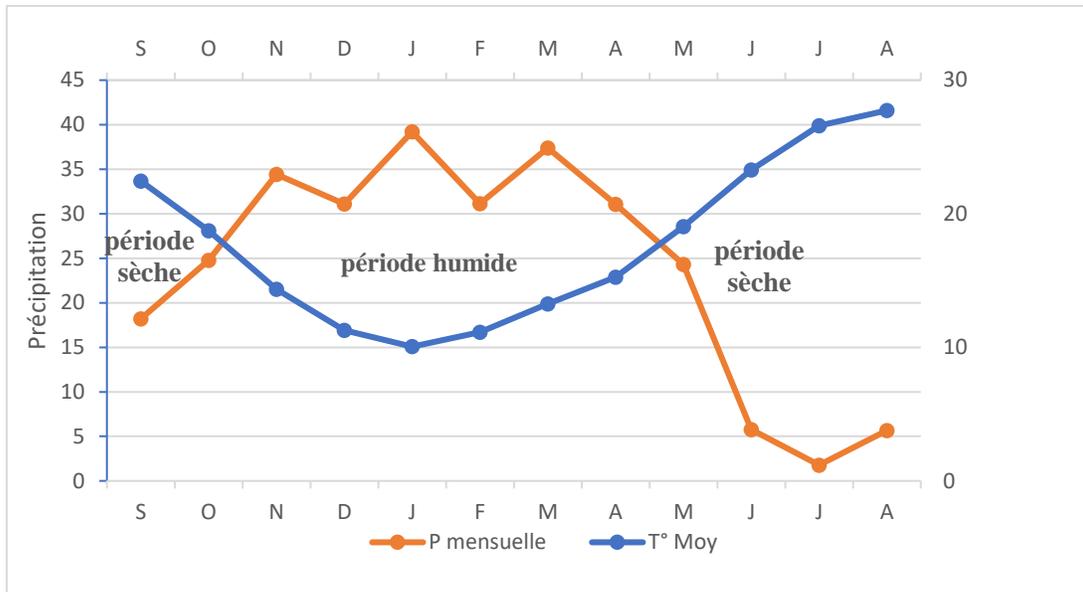


Figure 28: Graphe ombrothermique station de Maghnia (1989/1990 ;2018/2019)

II-6-2-2-2 Les indices climatiques généraux :

L'utilisation d'indicateurs climatiques identifiés par différents auteurs est intéressante car elle donne plus de clarté sur le climat de la région. Nous retiendrons ici ceux intéressent le domaine méditerranéen.

Méthode de Martonne :

Indice annuel d'aridité :

De Martonne (1923) a identifié l'indice de sécheresse

$$I = \frac{P}{T+10}$$

P : précipitation moyenne annuelles

T : Températures moyenne annuelles

Le calcul nous donne pour la station de Maghnia, I = 10.24

Tableau 16 : la classification de Martonne

20 < I < 30	Climat humide.
10 < I < 20	Climat semi-aride.
7.5 < I < 10	Climat step pique.
5 < I < 7.5	Climat désertique
I < 5	Climat hyper aride.

Le rapport abaque montre que notre région est située dans un système semi-aride, avec des formations à base de plantes et un flux temporaire (Tableau16, fig29).

➤ **Indice d'aridité mensuel « i » :**

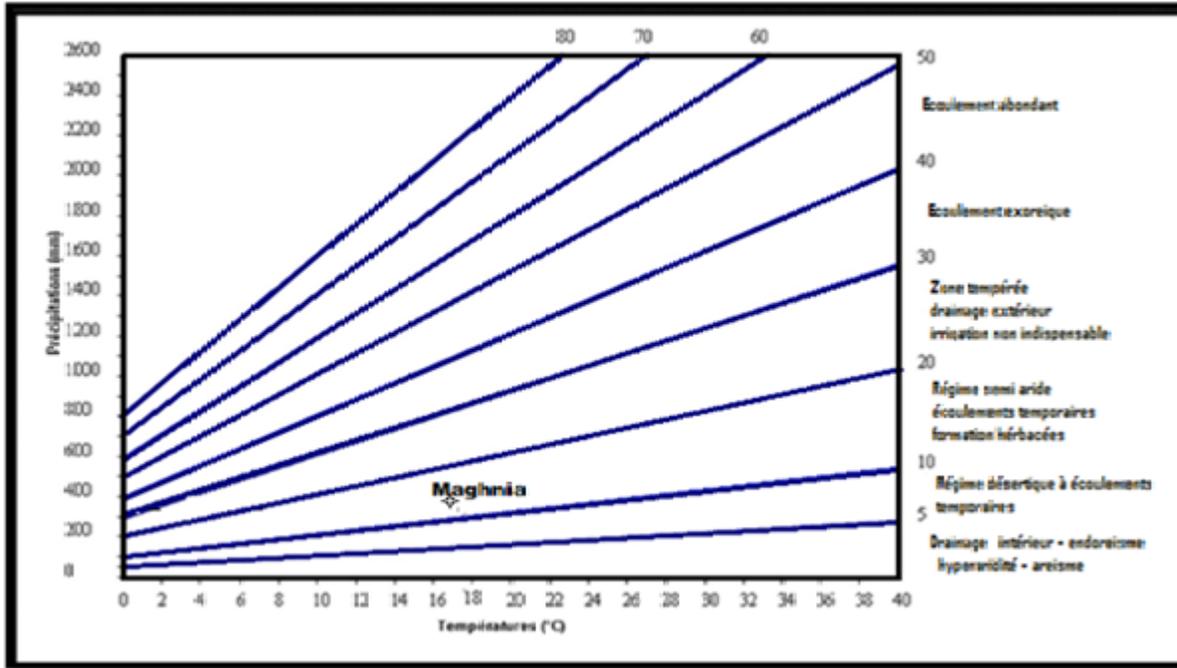


Figure 29 : Abaque de Martonne

L'indice de Martonne ne permettant de représenter qu'une tendance globale de la station, il est intéressant de coïncider également ses variations mensuelles en utilisant la relation mise au point par les élèves de De Martonne.

$$i = \frac{12 P}{t+10}; \text{ avec}$$

p : précipitation moyenne mensuelles

t : températures moyenne mensuelles

Tableau 17: Les valeurs de « i »

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	18,2	24,76	34,40	31,1	39,2	31,13	37,39	31,06	24	5,75	1,78	5,65
T°Moy	22,45	18,74	14,35	11,27	10,05	11,14	13,25	15,25	19,04	23,27	26,6	27,73
i	6.73	10.33	16.96	17.54	22.94	17.67	19.29	14.76	10.04	2.07	0.56	1.79

- ✓ Pour Janvier, le climat est humide.
- ✓ Pour Novembre, Décembre, Février, Mars le climat semi-aride
- ✓ Pour Avril, Mai et Octobre, climat semi-aride.
- ✓ Pour Septembre le climat désertique.
- ✓ Les mois Juin, Juillet et Août, un climat hyper aride.

Cette variation de l'indice d'aridité caractérise notre région où les influences sahariennes sont prédominantes alors qu'en Hiver ou Printemps, la région est caractérisée par un climat montagnard.

➤ **Méthode de L. EMBERGER. (1955) :**

Cet auteur, pour définir son indice d'aridité, s'est basé sur les limites des zones occupées par les différentes associations végétales, il propose d'utiliser la relation

$$Q_2 = \frac{1000.P}{\left(\frac{M+m}{2}\right).(M-m)} \quad \text{avec}$$

P : précipitations moyennes annuelles en millimètre

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, en degrés absolus

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid, en degrés absolus

$$K = T (^{\circ}C) + 273$$

Tableau 18: Le valeur de « Q2 »

P (mm)	284,42
M (°k)	307.84
m (°k)	276.98
Q ₂	31.51

En reportant cette valeur sur le climatogramme qui comporte en ordonnées les valeurs de Q₂ et en abscisse la moyenne des minima du mois le plus froid en degrés Celsius, nous pouvons constater que la station de Maghnia présente un climat semi-aride méditerranéen à Hiver tempéré. (Fig30).

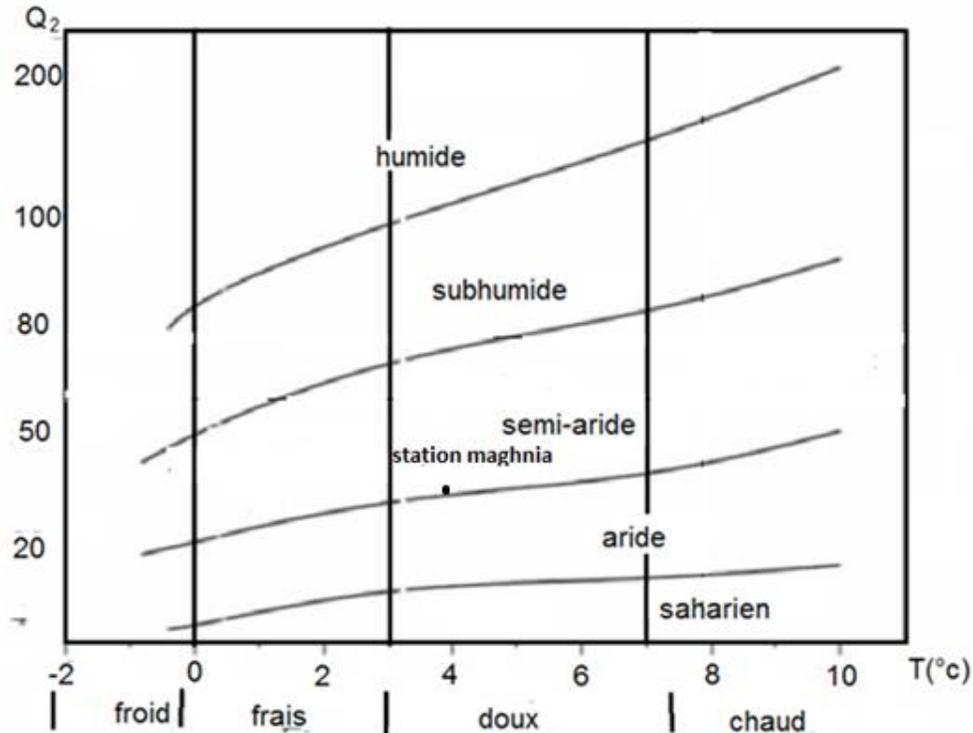


Figure 30: Climagramme d'EMBERGER

➤ **Méthode de STEWARD :**

$$Q_t = \frac{3.43 P}{M - m} \quad \text{avec}$$

P : moyenne des précipitations annuelles

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid

Le calcul de Q_t , donne une valeur de 25.13

Q_t est compris entre 10 et 50, valeur caractérisant un climat semi-aride selon STEWARD.

Indice de MORAL :

$$I = \frac{P}{(T^2 - 10T + 200)} \quad \text{avec}$$

P : 284.42

T : 17.76

On obtient I = 0.84

Constatant que la classification en mois sec est humide n’était pas suffisante pour préciser le caractère climatique, Moral a proposé un indice mensuel (ROSTANE ,1992)

$$Im = \frac{Pm}{0.1 t^2 - t + 20}$$

Tableau 19: Les valeurs d’Indice de MORAL

Moi	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Im	0.37	0.68	1.31	1.45	1.91	0.33	1.53	1.10	0.65	0.11	0.06	0.08

Les quarte types de mois indiqués par Moral sont :

- Mois pluvieux (p) : $P > 0.1 t^2 + t + 30$.
- Mois humide (H) : $0.1t^2 + t + 30 > P > 0.1 t^2 - t + 20$.
- Mois sec (S) : $0.1 t^2 - t + 20 > P > 0.05t^2 - t + 10$.
- Mois aride (A) : $P < 0.05t^2 - t + 10$.

Tableau 20:Type de climat selon Moral.

Moi	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Type	Sec	Sec	Hum	Ari	Ari	Ari						

La région étudiée caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride à Hiver humide

Conclusion :

Les différents indices utilisés nous conduisent à des résultats parfaitement concordants ; la région et soumise à un régime semi-aride presque aride à Hiver tempéré sur laquelle interviennent sans doute les effets de montagne.

II-6-3Le déficit d’écoulement :

L’évapotranspiration est une combinaison de deux processus (la transpiration et l’évaporation). C’est une perte en eau qui retourne au cycle naturel.

Plusieurs formules peuvent estimer la valeur de ce paramètre en fonction de la température de l’air et de modules pluviométriques.

II-6-3-1 Formule de TURC (1955), calcul de L'E.T. R :

L'évaporation C'est l'intégration de deux processus (la transpiration et l'évaporation). C'est une perte en eau qui retourne au cycle naturel.

Plusieurs formules peuvent estimer la valeur de ce paramètre en fonction de la température de l'air et du module pluviométrique(p).

La méthode est fondée sur les observations réalisées au niveau de 254 bassins versants sous tout le climat du globe.

Elle fait intervenir la hauteur des précipitations annuelles et la températures moyennes annuelles, et donne une évapotranspiration réelle E.T.R, exprimée en mm

$$ETR \text{ (mm/an)} = P / (0,9 + P^2/L^2)^{1/2}$$

P : Précipitations moyennes annuelles.

L : $300 + 25T + 0.05T^3$ avec ;

T : température moyennes annuelle en C°

Son application est résumée dans la Tableau

Tableau 21: Calcul de l'ETR (Méthode de TURC)

Station	P (mm)	T(C°)	L	E.T. R	Écoulement et Infiltration
Maghnia	284.42	17.76	1024.09	284.42	0 mm soit 0% de P

$$\left\{ \begin{array}{l} ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \left(\frac{P}{L(t)}\right)^2}} \quad \text{si } \left(\frac{P}{L}\right)^2 > 0,1 \\ ETR = P \quad \text{si } \left(\frac{P}{L}\right)^2 \leq 0,1 \end{array} \right.$$

II-6-3-2Méthode de COUTAGNE (1980) :

Le déficit d'écoulement qui est l'équivalent de l'évapotranspiration réelle est donnée par l'expression :

$$D = P - \lambda P^2$$

D : déficit d'écoulement en (m/an)

P : Pluviométrie moyenne annuelle en (m/an)

Λ : a pour expression

$\lambda = 1/(0.8+0.14T)^{1/2}$. Avec ;

T : température moyenne annuelle (C°)

Cette méthode n'est applicable que si :

$$1/8\lambda < P < 1/2 \lambda$$

Les résultats de cette méthode sont donnés sur le tableau 22

Tableau 22: Calcul du déficit d'écoulement (Méthode de COUTAGNE)

Stations	P(m)	Λ	$1/2 \lambda$	$1/8\lambda$	D
Maghnia	0.284	0.55	0.90	0.22	0.240

Pour la station de Maghnia, le déficit d'écoulement est égal 44mm, soit 16% de Précipitations.

II-6-3-3 Méthode de WUNDT :

Wundt a créé un abaque. Obtenir la valeur du déficit de débit en fonction de la température moyenne annuelle et des précipitations (fig31).

L'application de cette méthode nous donne les résultats suivants.

Tableau 23: Calcul du déficit d'écoulement (méthode de Wundt)

Stations	P(mm)	T(C°)	D(mm)	Écoulement et Infiltration
Maghnia	284.42	17.76	282	2.42mm soit 0.85% de P

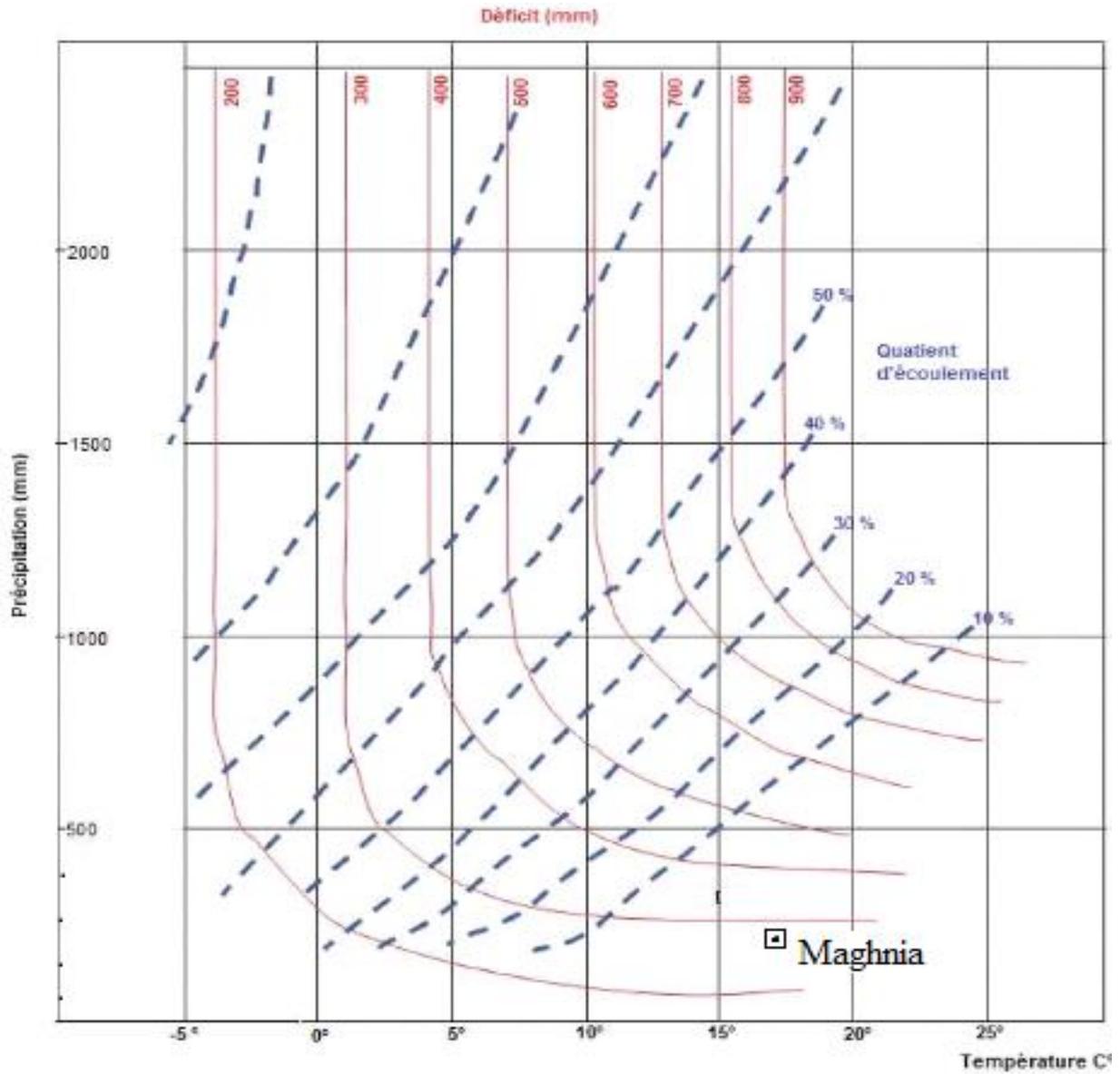


Figure 31: Abaque de Wundt modifié par Coutagne de la station de Maghnia.

II-6-3-4 Méthode de P. Verdil (1988) :

La méthode consiste à reporter la valeur des précipitations moyenne annuelle sur l'abaque représentatif du phénomène en Algérie (fig32).

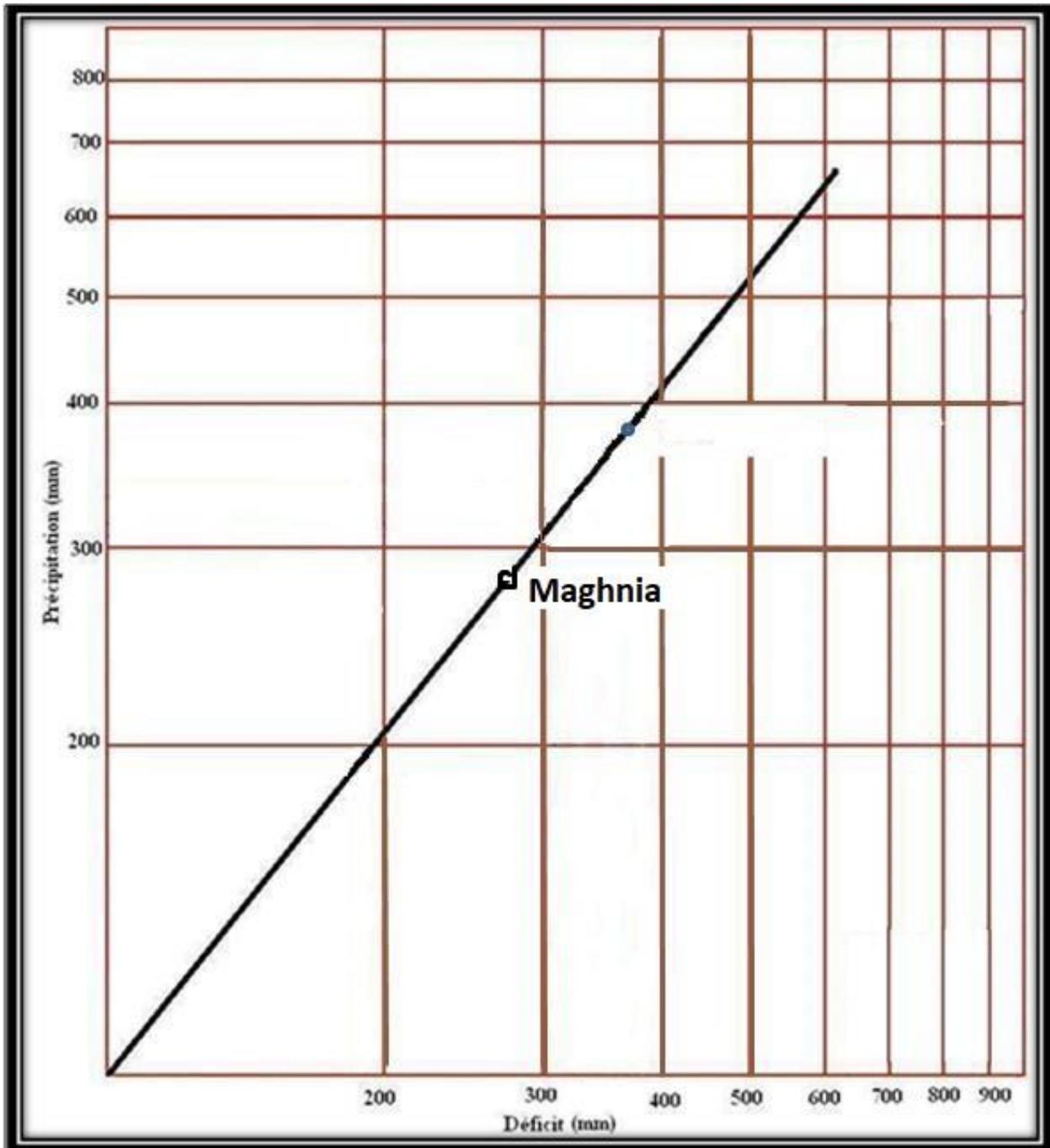


Figure 32: Abaque de (Verdeil.P, 09/1988) pour le calcul du déficit d'écoulement en Algérie (Pour P < 600 mm).

D'où nous avons :

D : 280mm ce qui correspond à 4.42mm (1.55%) des précipitations.

Le tableau 24, nous donne la comparaison des différentes méthodes qu'on a utilisé pour le calcul du déficit d'écoulement et l'infiltration.

Tableau 24: Comparaison des différents méthodes utilisées pour le calcul du déficit et l'infiltration

Méthodes Stations (Maghnia)	Turc	Coutagne	Wundt	Verdeil
Déficit (mm)	284.42	240	282	280
Écoulement & Infiltration	Nul	44.42mm soit 16% de P	2.42mm soit 0.85% de P	4.42mm (1.55%) des précipitations

II-6-4 Bilan hydrogéologique de la station Maghnia :

II-6-4-1 Méthode de THORNTWAITE (1948) :

Cette méthode consiste à calculer pour chaque mois l'évapotranspiration potentielle, en utilisant la relation suivante :

$$E = ETP = 1.6 \left(\frac{10T}{I} \right)^{\alpha} \text{ et}$$

$$\text{Avec : } I = \sum_1^{12} i \quad , \quad i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

$$\text{Et } \alpha = \frac{1.6}{100} \times I + 0.5$$

I : Somme des 12 indices mensuelles i

T : température moyenne

E.T.P : Evapotranspiration potentielle

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

Tableau 25: « i » (Méthode de Thornthwait)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	I
i	9.71	7.39	4.93	3.42	2.87	3.36	4.37	5.41	7.57	10.25	12.56	13.37	85.21

Après calcul on trouve :

$\alpha = 1.86$

Pour corriger les valeurs mensuelles de l'E.T. P, on doit les multiplier par les facteurs de correction, qui sont en fonction de latitude de la station de Maghnia.

La réserve utile de la nappe a été calculée par la méthode de Hallaire en fonction de rétention du sol.

$Ru = (c-F/100). h. d+30mm$

Le terrain étudié présente un sol limoneux d'où $c-F/100 = 10\%$

Sol argileux limoneux : 20%

Sol argileux : 5%

Sol limoneux :10%

h : hauteur du sol, elle est égale à 600mm d'après le rapport pédologique sur la plaine de Maghnia (RAYMOND,1856).

d : densité apparente du sol

D'où $Ru = (10\%.600.1) +30$

$Ru = 90mm$

Tableau 26: Bilan hydrologique calculés (mm) pour la station de Maghnia (1989/2019)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P(mm)	18,2	24,76	34.40	31,1	39,2	31,13	37,39	31,06	24	5,75	1,78	5,65	284.42
ETP (mm)	96.97	69.30	42.18	26.91	21.74	26.33	36.36	47.23	71.38	103.66	128.88	143.64	814.58
ETP Corrigé	99.87	67.22	36.69	23.14	19.13	22.38	37.45	51.48	85.65	124.39	157.23	175.24	899.87
Variation de la réserve (ΔU)	0	0	0	7.96 +	20.07 +	8.75 +	0.06 -	20.42 -	61.35 -	0	0	0	
Ru (90mm)	0	0	0	7.96	28.03	36.78	36.72	16.3	0	0	0	0	
ETR (mm)	18.2	24.76	34.40	23.14	19.13	22.38	37.45	51.48	40.3	5.75	1.78	5.65	284.42
L'excédent(mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L'écoulement(mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déficit Agricole(mm)	81.67	42.46	2.29	0	0	0	0	0	45.35	118.63	155.45	169.59	488.72
P-ETP/P	4.48 -	1.71 -	0.06 -	0.25	0.51	0.28	0.001 -	0.65 -	2.56 -	20.63 -	87.33 -	30.01 -	

II-6-4-2 Calcul du ruissellement :

Calcul de ruissellement par (BERKALOFF et TIXERONT,1969)

Dans leur étude des bassins Tunisiens en zone aride BERKALOFF et TIXERONT, ont créé une équation permettant d’estimer le ruissellement moyen R.

$$R = (P^3 / 3(ETP)^2)$$

P : précipitations moyenne annuelles en (m)

ETP : évapotranspirations potentielles en (m)

R : ruissellement

Pour la station de Maghnia :

$$P = 0.284 \text{ m/an}$$

$$ETP = 0.899 \text{ m/an}$$

$$R = 0.0094 \text{ m/an, égale } 9.46 \text{ mm, soit } 3.32\% \text{ des précipitations}$$

II-6-4-3 Détermination de l’infiltration :

L’équation générale du bilan est de la forme

$$P = ETR + R + I$$

P : précipitations en (m)

ETR : évapotranspiration réelle en (m)

R : ruissellement

I : Infiltration en (m)

Tableau 27: valeur de l’infiltration selon les différentes méthodes

R (mm)	Turc		Coutagne		Wundt		Verdeil		Thornthwait	
	ETR	I	ETR	I	ETR	I	ETR	I	ETR	I
9.46	284.42	0	240	34.96	282	0	280	0	284.42	0

Conclusion :

Il ressort de cette étude que notre région présente un climat semi-aride, presque aride avec des influences méditerranéennes et montagnards.

La température moyenne annuelle est de 17.76C° pour la station de Maghnia.

On constate que l’évapotranspiration potentielle est très importante : 899.87mm/an, l’ETR égale 274.96 mm, représente 96% des précipitations soit 3.3% d’écoulement.

CHAPITRE III : sources d'impact de pollution

INTRODUCTION :

L'eau est menacée de nos jours par la pollution du fait alors qu'une pareille dégradation des ressources hydriques la connaissance de la qualité de l'eau est une condition primordiale permettant l'établissement d'un système de gestion qui contribuera à garantir l'approvisionnement en eau dans le futur (Ghazali et Zaid, 2013). À cause de la forte croissance démographique et des changements dans les habitudes de consommation, La plaine de Maghnia fait face à une quantité croissante de déchets qui menace les ressources de l'eau. Une fois les eaux souterraines contaminées sont plus difficiles à nettoyer et parfois impossible à traiter mais les conséquences peuvent se prolonger pendant des décennies (Vernoux J.F. et al, 2010). Ces pollutions ne sont pas sans risques pour la population riveraine, avec la persistance de l'exposition aux polluants, les migrations possibles vers les eaux superficielles ou souterraines, responsables d'une dégradation de la ressource en eau potable (Host et Telle-Lamberton, 2014). L'origine des pollutions et les activités qui y sont liées sont également des critères de classification de la dégradation des milieux aquatiques. Les sources de pollution sont en effet multiples : on distingue généralement les rejets industriels, agricoles et les pollutions urbaines (Aziz, 2014).

- **Pollution urbaine** : Ce sont les rejets d'eaux usées domestiques et municipales (Lavage des rues, arrosages, et les eaux utilisées pour la climatisation des immeubles...) (Castany, 1980).
- **Pollution industrielle** : (eaux usées, eaux d'infiltrations sous les stockages de déchets industriels, liquide dangereux tels que hydrocarbures et solvants, etc) (Lallemand Barres A. et Roux J.C, 1999).
- **Pollution agricole** : (Eaux d'infiltration de drainage et de ruissellement sous aires cultivées ou sous aires agricoles (élevages, stockages et épandages d'engrais et de produits phytosanitaires) (Lallemand Barres A. et Roux J.C, 1999).

La contamination des sites naturels d'eaux par des polluants toxiques constitue une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines (Jego G, 2008). Les Oueds d'Algérie sont devenus de véritables dépotoirs, en ce sens ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides. (Guasmi et al, 2006). Les eaux usées des différents secteurs d'utilisation sont une source de pollution du milieu naturel. Le rôle de l'assainissement est de conserver le sol et l'eau. « En matière d'épuration primaire des eaux usées urbaines, des efforts ont été consentis par le secteur des Ressources en Eau. Durant la décennie (2000-2009), 19 stations d'épuration ont été graduellement intégrées dans le processus de traitement des eaux usées. Les 62 stations d'épuration existantes au niveau national totalisent une capacité installée de 1,5 million de m³/j. Le volume moyen épuré au cours de cette période a atteint 0,556 million de m³/jour. L'examen de l'évolution du volume des eaux usées urbaines épurées au cours de la période considérée indique des fluctuations très importantes au cours des trois dernières années. En effet, la quantité d'eau épurée est passée de 880 000 de m³/jour en 2007 à 1 090 000 de m³/jour en 2008 pour atteindre 420 000 m³/jour en 2009. » (ONS, 2013). Afin d'année (2019), l'ONA exploite un service public d'assainissement dans 1 141 municipalités, pour une agglomération totale de plus de 26 millions d'habitants, 100 millions m³ d'eaux usées rejetées, plus de 621 081 Km de réseau curés, soit un taux de curage de 1,7 %, 17 236 réclamations reçues et 31 844 interventions préventives et curatives réalisées, 106 790 regards curés pour extraire un volume global de 30 904 m³ déchets solides. (ONA, 2019). Taux d'utilisation combiné moyen de 153 (STEP) est de 43% avec :

- Taux < 25%, pour 22 stations.

- $25 \leq \text{Taux} < 50$, pour 59 stations.
- $50 \leq \text{Taux} < 100$, pour 48 stations.
- $\text{Taux} \geq 100$, pour 12 stations.
- Les onze (11) stations restantes sont à l'arrêt.
- Une (01) nouvelle station réceptionnée STEP El Menéa.

Constantine dispose de sept stations d'épuration, réparties dans trois Wilayas, (Mila, Jijel, Skikda), avec une capacité moyenne de 43817 m³ /j. La région d'Oran dispose de 44 stations d'épuration, répartie dans 5 Wilayas, (Tlemcen, Mostaganem, Sidi Bel Abbés, Aïn Témouchent et Mascara), avec une capacité moyenne de 253066 m³ /j. Pour La région d'Algérie compte 5 stations réparties dans 3 Wilayas (Boumerdes, Blida, Médéa), une capacité moyenne de 52500 m³ /j. (ONA,2019).

La Wilaya de Tlemcen dispose de trois stations d'épuration, 02 à boues activées (Tlemcen, Maghnia), et une station de lagunage naturel (Sidi Sanoussi), avec une capacité moyenne de 61440 m³ /j.

On sait que la création des stations se fera par l'étude du pourcentage de la population et de la consommation d'eau pendant une période maximale de 25 ans, pour la zone d'étude qui se trouve à la limite du bassin versant d'Oued Mouilleh, la station d'épuration Maghnia elle a été construit en 1999, pour réduire la pollution urbaine de la région et pour protéger barrage de H. Boughrara. Cette station est pleinement opérationnelle et est la seule station de la région dans une proportion croissante de déchets urbains, Selon le chef de la station, la station d'épuration a un débit de 30.000 m³ /j. La station a dépassé ce chiffre plusieurs fois à 60.000 m³ /j, ce qui confirme que l'eau brute dans ce cas, ne reste pas beaucoup dans les bassins d'aération, de sorte que l'eau ne soit pas traitée conformément aux normes.

Mais néanmoins, cette eau sortant de la STEP peut être traitée naturellement grâce à son passage de gravier et de sable (autoépuration) situé en passant au niveau l'Oued, avant d'arriver au barrage.

Mais, en 2019 l'Agence national des bassins hydrographiques (ABH), a écrit un rapport d'avertissement sur la détérioration de la qualité de l'eau dans le barrage, le rapport dit que la source de pollution est les eaux usées domestique selon l'analyses du barrage, avec d'autre source comme d'eutrophisation. « L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates. Les eaux du barrage présentent aussi une mauvaise qualité exprimée en ammonium, nitrite et phosphate, les teneurs sont dues à l'oxydation de la matière organique azotée et à l'utilisation irrationnelle des engrais ». (ABH ,2019).

Dans ce chapitre, nous parlerons longuement sur les sources les plus importantes de pollution qui menacent les eaux souterraines et superficielles dans le bassin versant d'Oued Mouilleh. Nous parlerons de tous les rejets en provenance du Oujda ou de la source locale en provenance de Maghnia. Ces rejets sont la source d'impacts négatifs sur l'environnement en général et sur les diverses infrastructures hydrauliques stratégiques dans la région, dont le barrage Hammam Boughrara situé à l'exutoire principal d'Oued Mouilleh, à la confluence avec l'Oued Tafna. (Fig,33).

III-1 CADRE RÉGLEMENTAIRE :

L'Algérie s'est dotée d'un arsenal juridique pour définir un cadre légal à toutes les interventions susceptibles de porter atteintes à la santé humaine, les ressources en eaux et tous les milieux récepteurs. Nous citons ici les trois plus importantes lois.

Loi relative à la promotion de la santé du 16 février 1985 :

La loi N° 85-05 du 16 février 1985 impose dans ces articles 29,31 et 34 des mesures qui se concrétisent par la mise en place d'un système d'assainissement fonctionnel et efficace :

- « Il est fait obligation à tous les organes de l'Etat, aux collectivités locales, entreprises, d'appliquer des mesures de salubrité, d'hygiène, de lutte contre les maladies épidémiques, de lutte contre la pollution et d'assainissement ... »,
- « Les infractions aux normes de salubrité, d'hygiène et de préventions générales, entraînent des sanctions disciplinaires ou administratives... »,
- « Les agglomérations doivent disposer d'un approvisionnement en eau potable et d'un réseau d'égouts... ».

Loi relative à l'eau du 4 Août 2005 en matière d'assainissement :

- Impose le raccordement au réseau public de toute habitation ou établissement en zone agglomérée,
- Interdit, pour toutes les eaux usées autres que domestiques, tout raccordement au système d'assainissement sans autorisation. L'autorisation est subordonnée au respect d'une qualité d'eau minimale pouvant conduire à la mise en place d'un prétraitement,
- Interdit l'introduction dans les systèmes d'assainissement de toute matière liquide ou solide pouvant porter atteinte à la santé des personnes, à la tenue des ouvrages ou gêner leur fonctionnement,
- Impose la mise en place d'un système d'assainissement autonome dans les zones à habitat dispersé.

Loi relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable du 19 juillet 2003

Concernant l'assainissement et pour la protection des eaux douces, la loi N°03-10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable :

- Interdit « tout déversement ou rejet d'eaux usées ...dans les eaux destinées à la réalimentation des nappes souterraines, dans les puits, les forages ou les galeries désaffectés »,
- Impose que les installations de déversement rejettent des effluents conformes aux conditions fixées par la réglementation,
- Impose que les contrôles de la qualité (physique, chimique, biologique et bactériologique), les conditions de prélèvement et les analyses soient conformes à la réglementation.

III-2 La protection des ressources en eau contre la pollution :

Pour protéger les ressources en eau et prévenir les dangers de pollution, un ensemble de textes réglementaires et législatifs a été développé pour établir des règles de gestion et définir les paramètres et valeurs limites des concentrations des rejets d'eaux usées industrielles ou urbaines.

La réglementation relative aux eaux résiduaires urbaines est encadrée par :

- Le décret exécutif N°10-23 du 12/01/2010, qui précise la destination finale des eaux traitées (hors assainissement individuel et eaux résiduaires industrielles),
- L'Arrêté du 6 janvier 2013, qui fixe les valeurs limites maximales aux rejets d'effluents, Déversements ou sédiments de matériaux de tous types qui n'entraînent pas de risque de Toxicité ou d'inconvénients dans l'espace public hydraulique.

D'après le décret exécutif N°10-23 du 12/01/2010, la destination finale des eaux usées urbaines traitées peut être :

- Le Domaine public hydraulique
- La Réutilisation Pour l'irrigation
- Le Domaine industriel
- La Recharge artificielle de nappes

La réglementation relative aux eaux résiduaires industrielles est encadrée par les deux Décrets suivants :

- Le Décret exécutif N°06-141 du 19/04/2006, qui fixe les valeurs limites des rejets dans le milieu récepteur,
- Le Décret exécutif N° 09-209 du 11/06/2009, qui précise les modalités d'autorisation, et fixe les Valeurs limitent des rejets dans un réseau ou dans une station de traitement.

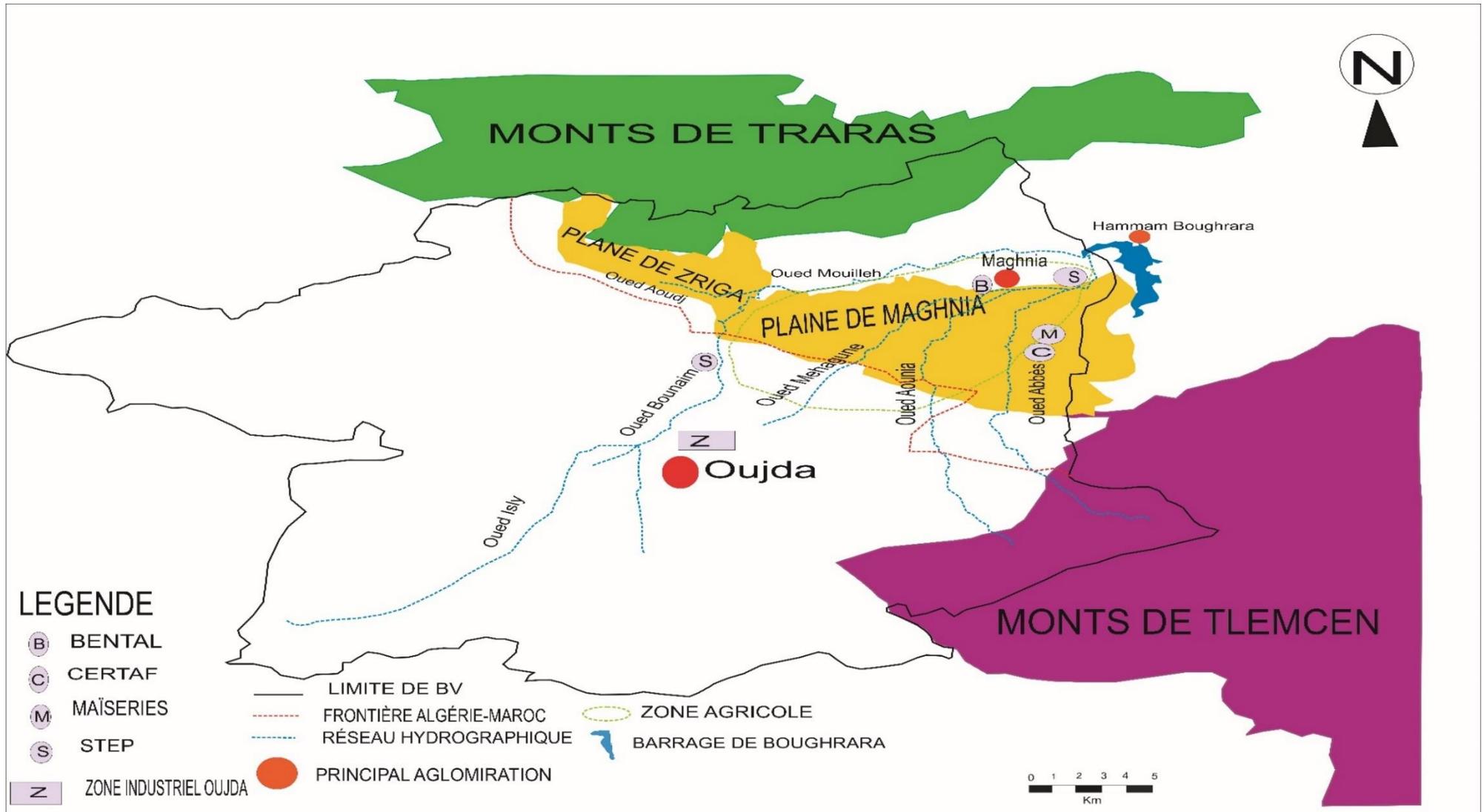


Figure 33 : Les ressources hydrauliques dans le bassin versant d'Oued Mouilleh et les sources de pollution (Chater&Bendjeffal,2020)

III-3 Les Ouvrages hydrauliques :

III-3-1 Ressources superficielles :

- **Barrage Hammam Bouhrara :**

Le barrage de Bouhrara a été construit sur la vallée de la Tafna à moins d'un kilomètre en amont de la commune de Hammam Bouhrara, à 10 Km environ en aval de Maghnia et à 20 Km de Oujda. La cuvette est située sur l'Oued haute Tafna, elle occupe le lit majeur de l'oued Tafna jusqu'à 5 km en amont avec la confluence de l'Oued Mouilleh. Avec une capacité initiale de 175,46 millions de m³ en moyenne a été mis en service en 1998. Il est destiné à l'irrigation et à l'approvisionnement en eau (fig34, tableau28).



Figure 34: Barrage de Hammam Bouhrara (Chater,2019)

Tableau 28: : Caractéristiques du barrage Hammam Bouhrara

Code du Barrage	Nom du Barrage	Capacité Initiale (Hm ³)	Oued	Superficie cuvette (Km ²)	Type usage	Volume régularisable (Hm ³ /an)		Production total (Hm ³ /an)	Volume affecté (Ain T'émouchent et Oran) (Hm ³ /an)		Etat
						AEP	IRR		AEP	IRR	
BG1604	Bouhrara	175,45	Tafna	4000	AEP /IRR	54	60	33	30.12	03	En exploitation

Source : ANBT,2019

III-4- Ressources souterraines :

a) La région de Maghnia :

- Les forages d'eau :

Il existe 14 forages mis en service destinés à l'AEP de Maghnia, dont 10 sont Opérationnels, 3 hors services pour insuffisance de débit et un non exploité pour cause de pollution.

Tableau 29: Forages dans le secteur d'étude (partie Algérienne)

Situation	Nom du forage	Coordonnées du forage			Niveau. Statique	Profondeur. du forage
		Latitude	Longitude	Altitude		
Maghnia	Maghnia 01	91.600	178.750	-	22.70	90
Maghnia	Maghnia 02	90.625	178.500	-	25.00	100
Maghnia	Maghnia 03	90.450	178.850	-	-	110
Maghnia	Maghnia 04	92.500	179.850	-	23.00	100
Maghnia	Maghnia 05	92.700	180.000	-	25.80	100
Maghnia	Maghnia 06	92.500	179.400	395.000	-	100
Maghnia	Maghnia 07	91.900	178.000	-	-	190
Maghnia	Akid Lotfi	84.750	176.050	447.000	29.00	172
Maghnia	Zriga 01	82.450	179.450	431.000	27.00	250
Maghnia	Zriga 02	83.625	181.075	425.000	16.75	200
Maghnia	Zriga 03	82.750	180.100	430.000	-	200
Maghnia	Puits 50	77.670	183.350	431.000	14.58	203
Maghnia	Chbikia	81.500	183.600	447.000	34.00	246
Maghnia	Maàziz	654.300	3864.60	565.000	Artésien	400

Source : DRE ;2009

• **Les sources :**

Il existe plusieurs sources, captées et utilisées pour la consommation en eau potables et des stations thermales aussi.

Tableau 30: Les Sources de la région de Maghnia

La source	L'Agglomération	Débit (l/s)
Sidi Abdellah	Agglomération secondaire de Maàziz	5-10
Khail	Cheptel et la population environnant	Faible débit
Guelta (eau thermale)	Sidi Machhor et Hammam Boughrara	Capté pour l'alimentation
Chiguer (eau thermale)	Station thermal de Hammam Chigeur	Capté pour la station
Tamdet	/	Faible débit
Ain Lonaya	/	// //
Ain Larosse	/	// //
Ain kefi	/	// //
Ain Suaridj	/	// //
Ain Medane	/	// //
Ain Ghozal	/	10
Ain Bentater	/	5

Source : DRE ;2019

• **Les puits :**

Le nombre de puits existants au niveau de la daïra de Maghnia, est de l'ordre de 4000 puits, (Zaroukki,2012). La majorité des puits sont privés, de profondeur moyenne de 40 m. La majorité des puits ont une eau de bonne qualité physico-chimique mais il existe d'autres qui ont une mauvaise qualité bactériologique à cause de présence les Escherichia coli et les Coliformes dues à l'existence à proximité des sources de pollution (terrain irrigué par les eaux usées, point de rejet d'eau usée...etc.). Alors ils deviennent impropres à la consommation humaine. (Draou,2013).

• **Prélèvements agricoles :**

Les puits et les forages qui irriguent la zone de Maghnia sont

Tableau 31: Les surfaces irriguées par les forages et les puits.

	Nombre	Superficie irriguée	Débit	Culture	
				Arboriculture	Céréaliculture et maraichage
Puits	199	313 ha	/	/	313 ha
Forage	241	2688 ha	90 l/s	1535 ha	1535 ha

(Anonyme (d),2011)

• **Irrigation par les eaux usées :**

L'inventaire fait par la DRE, sur l'irrigation par les eaux usées dans la plaine de Maghnia est mentionnées dans le tableau si dessous : (Anonyme (d), 2011).

Tableau 32: Les surfaces irriguées par les eaux usées

	Superficie irriguée	Culture	
		Arboriculture	Céréaliculture et maraichage
Oued Ouerdeffou	87 ha	17 ha	70 ha
Oued Mouilleh	120 ha	40 ha	76 ha

(Anonyme (d),2011)

Ces eaux des Oueds souvent contaminées chimiquement et biologiquement, sont la principale ressource d'eau pour les agriculteurs qui approvisionnent les citadins avec leurs produits. Ces eaux non traitées présentent à la fois une ressource et un risque sanitaire et environnemental (Anonyme (d), 2011 ; Draou,2013).

b) La région d'Oujda :

La région d'Oujda renferme un nombre d'aquifères qui se différencient par leur importance et leur rendement, selon leurs caractéristiques géologiques. Il compte plus de 40 nappes, y compris les nappes profondes de la zone Taourirt-Guercif. Le potentiel des ressources souterraines exploitable est évalué à 430 Mm³. (Anonyme(f),2019).

• **Eaux souterraines :**

La RADEEO (Régie autonome intercommunale de distribution d'eau et d'électricité d'Oujda) et l'ONEE. (L'Office National de l'Electricité et de l'eau potable), exploite les eaux

souterraines à partir de deux aquifères avec 22 forages, dont 11 sont exploités par RADEEO. Parmi vingt puits (20)

Capturent l'aquifère profond et captif composé de calcaire inférieur et de milieu jurassique (Formations homogènes d'une épaisseur supérieure à 100 m) ; les trois (03) autres appartiennent à RADEEO capture la couche d'eau souterraine libre, qui se compose des couches d'eau souterraine formées dans les sédiments de surface

Plaine d'Angad, constituée de dépôts alluviaux, de calcaire, de mollusques et de basalte.

L'argile du Miocène est relativement étanche et a une épaisseur de plus de 25 m. (Source : <http://oujda-angad.com/leau-et-assainissement,2020>).

Le bilan des besoins en ressources en 2020 de la ville d'Oujda est consigné dans le tableau 33.

Tableau 33: Le bilan des besoins en ressources en 2020 de la ville d'Oujda

Années / Désignation	2015	2016	2017	2018	2020
Besoins moyens	888	873	857	849	831
Besoins de point journalière (l/s)	1110	1095	1079	1063	1039
Ressources en eaux disponibles	1530	1530	1530	1530	1530

Source : <http://oujda-angad.com/leau-et-assainissement,2020>

III-4 Les sources de pollution dans le bassin versant d'Oued Mouilleh :

Les taux de raccordement des agglomérations, varient entre 88% et 99%. Le bassin compte un linéaire total de 204 133m de type unitaire. Cependant, le bassin versant compte une seule station d'épuration qui est en exploitation, il s'agit de la STEP de Maghnia, (A.B.H ;2019).

III-4-1 Pollution urbaine :

a) La région de Maghnia :

Le bassin versant d'Oued Mouilleh s'étale sur 05 communes de la daïra de Maghnia.

La population estimée en 2019 selon SNDA (Schéma national de développement de l'assainissement) est de 176931 habitants dont l'agglomération de Maghnia englobe la moitié de cette population avec environ de 102687 habitants en 2019.

L'agglomération de Maghnia est équipée d'un réseau d'assainissement mixte, parfois unitaire ou séparé. (Draou,2013).

La cession de ses effluents domestiques ne présente aucune difficulté en raison de la pente naturelle suffisante.

Le volume des eaux usées rejetées est estimé à 7452 m³ / jour.

Les eaux usées sont évacuées par les collecteurs principaux avec des diamètres compris entre Ø800 et Ø1000, en béton précontraint jusqu'à la STEP. Cependant, les rejets non connectés (estimée à environ 8% du total) continuent de circuler dans le lit Oued Ouerdeffou.

Les paramètres de pollution urbaines calculés d'après cette population se présentent dans le tableau 34 par agglomération.

Tableau 34: Les paramètres de pollution urbaines calculés

Commune	Nom Agglomération	Pop 2019	DBO5 kg/j	DCO kg/j	MES kg/j	Azote kg/j	NH4 kg/j	Phosphore kg/j	DBO5 mg/l	DCO mg/l	MES mg/l	Azote mg/l	NH4 mg/l	Phosphore mg/l
MAGHNIA	MAGHNIA	102687	6674,69	10063,37	8009,62	831,77	667,47	133,494	956	1441	1147	119	96	19
	Bettaim	5658	254,60	435,65	254,60	31,68	23,76	8,487	703	1203	703	88	66	23
	Asfor Messamda	2344	93,75	159,38	93,75	11,72	8,91	3,047	667	1133	667	83	63	22
	Beb Bekhata	3130	125,18	212,81	125,18	15,65	11,89	4,068	667	1133	667	83	63	22
	Akid Lotfi	2507	100,26	170,44	100,26	12,53	9,52	3,258	667	1133	667	83	63	22
	Ain Zana Chebikia	2049	81,94	139,30	81,94	10,24	7,78	2,663	667	1133	667	83	63	22
	Akid Abbes	2561	102,43	174,14	102,43	12,80	9,73	3,329	667	1133	667	83	63	22
	Ouled Charef	2774	110,96	188,63	110,96	13,87	10,54	3,606	667	1133	667	83	63	22
	Legfaf	946	37,85	64,34	37,85	4,73	3,60	1,230	667	1133	667	83	63	22
ZE	10478	419,12	712,50	419,12	52,39	39,82	13,621	714	1214	714	89	68	23	
HAMMAM BOUGHRARA	HAMMAM BOUGHRARA	7356	367,79	625,25	367,79	46,34	34,57	12,505	781	1328	781	98	73	27
	Sidi Machehor	3154	126,15	214,45	126,15	15,77	11,98	4,100	667	1133	667	83	63	22
	Maaziz	2667	106,67	181,34	106,67	13,33	10,13	3,467	667	1133	667	83	63	22
	ZE	650	25,99	44,19	25,99	3,25	2,47	0,845	714	1214	714	89	68	23
SIDI MEDJAHED	SIDI MEDJAHED	5139	231,27	395,73	231,27	28,78	21,59	7,709	703	1203	703	88	66	23
	Sidi Yahia	2300	91,99	156,38	91,99	11,50	8,74	2,990	667	1133	667	83	63	22
	Zaouia Tighalimet	856	34,24	58,20	34,24	4,28	3,25	1,113	667	1133	667	83	63	22
	ZE	604	24,15	41,06	24,15	3,02	2,29	0,785	714	1214	714	89	68	23
BENI BOUSAID	ZAOUIA	7476	373,81	635,47	373,81	47,10	35,14	12,709	781	1328	781	98	73	27
	Sidi Mebarek	2215	88,61	150,64	88,61	11,08	8,42	2,880	667	1133	667	83	63	22
	Mohammed Salah	1431	57,23	97,29	57,23	7,15	5,44	1,860	667	1133	667	83	63	22
	Roubane	1208	48,33	82,17	48,33	6,04	4,59	1,571	667	1133	667	83	63	22
	ZE	3442	137,69	234,07	137,69	17,21	13,08	4,475	714	1214	714	89	68	23
BENI BAHDEL	CARRIERE	1159	46,35	78,79	46,35	5,79	4,40	1,506	667	1133	667	83	63	22
	Beni Bahdel	1644	65,74	111,76	65,74	8,22	6,25	2,137	667	1133	667	83	63	22
	ZE	499	19,95	33,91	19,95	2,49	1,89	0,648	714	1214	714	89	68	23
Total		176931	9846,74	15461,27	11181,68	1228,75	967,26	238,103	18163	30708	18354	2271	1726	582

Méthode adoptée de l'étude SNDA ;2019

Les eaux usées urbaines rejetées, ainsi que toutes les sources de pollution existantes dans le bassin versant d'Oued Mouilleh, ne subissent aucun traitement en l'absence des stations d'épuration dans la région du bassin versant, excepté la STEP de Maghnia (fig36) qui est en exploitation. N'oublions pas que la station de Maghnia est une station vieille. Elle fonctionne à pleine capacité.

Sachant que le collecteur principal qui draine les eaux à la STEP est cassé à 50 mètres de l'entrée de la STEP. Cela a entraîné une fuite importante d'eaux usées avant le traitement(fig35).

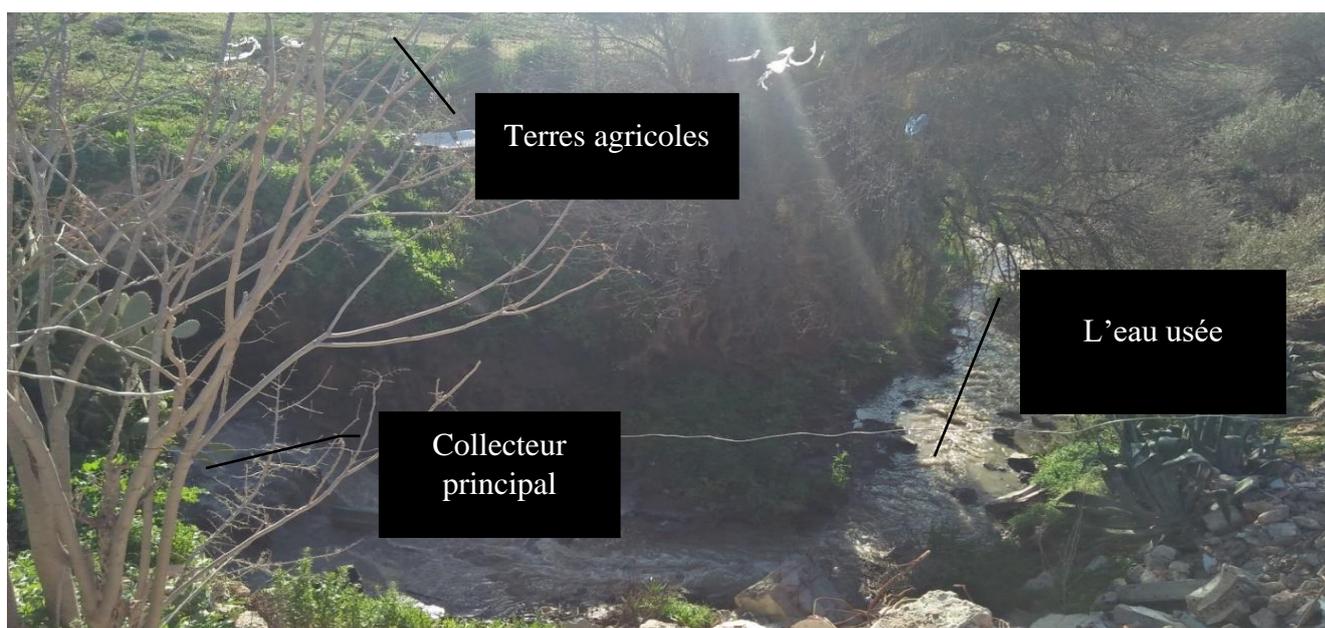


Figure 35 : Photo représentant le collecteur principal de la STEP (Chater&Bendjeffal,2020)



Figure 36: Photo de l'entrée de la STEP de Maghnia (Chater&Bendjeffal,2020)

b) La région d'Oujda :

- Réseau d'assainissement :

La ville d'Oujda dispose d'un réseau d'assainissement liquides unifié, qui sert environ 99% de la population. Sur un réseau de 1103 km, et un nombre de branchements qui atteint 90 000. (Anonyme(f) ;2019).

Oujda, qui compte aujourd'hui plus de 650 000 habitants, est appelé à être proactif en termes de renforcement et de renouvellement de son infrastructure de base, L'état des principaux indicateurs d'assainissement dans la ville d'Oujda en 2014 est décrit dans le tableau35:

<http://oujda-angad.com/leau-et-assainissement>

Tableau 35 : Principaux indicateurs d'assainissement dans la ville d'Oujda en 2014

Eau Facturée (m ³)	168917334
Nombre de clients	138040
Taux de desserte	99%
Longuerue de réseau d'assainissement	1178km
Nombre de branchements	88944
Nombre des débauchages sur réseau	8820
Curage des bouches dégout	19000
Nettoyage des regards	3000
Linéaire du réseau curé par Hydro cureuse (km)	72
Nombre de stations de relevage	8
Nombre de stations d'épuration	1
Taux d'épuration	98%
Effectif d'agents d'assainissement liquide	70
Nombre de véhicules	25
Volume d'eau traitée (m ³)	11861830 m ³

Source : <http://oujda-angad.com/leau-et-assainissement,2014>

Toutes les eaux usées de la ville sont collectées et traitées à la station d'épuration(fig37) à des niveaux de qualité acceptables, la station est conçue pour 530.000 hab. et peut traiter 40.000 m³/ jour d'eaux usées et de l'élimination de la boue contaminée, qui peut être jusqu'à 16 000 de DBO5 / jour. (Source <http://www.radeeo.ma/>).

III-4-2 Pollution industrielle :

a) La région de Maghnia :

L'activité industrielle de la région de Maghnia est dominée par près d'une vingtaine d'unités industrielles les plus polluantes sont : ERIAD Maïserie production d'amidon, ENOF traitement des terres décolorantes et savons, CERTAF. (A.B.H,2019).

Tableau 36: Unités industrielles

Nom ou Raison Sociale	Activité Principale	Matière première mise en œuvre	Production (Nature /Qualité)	Nbre d'employés	Type d'ouvrage de prélèvement	Lieu de Rejet	Nature des Rejets
Ouled Ali Boumediene	Matériau de construction	Fabrication parpaing	1500 Unité /jour	4	Eau de citerne	Oued abbés	Brute
MATAHRI Mamedouh	Matériau de construction	Fabrication parpaing	300 Unité /jour	1	Réseau public	Oued abbés	Brute
DJEBARI Mohamed	Matériau de construction	Fabrication parpaing	5000 Unité / mois	2	Eau de puits	Oued abbés	Brute
Madani Mohamed	Matériau de construction	Fabrication parpaing	700 Unité /jour	2	Réseau public	Oued abbés	Brute
Maïserie de la Tafna Groupe METIDJI	Transformation du Maïs	Maïs	Amidon 210160 Tonnes Glucose 23520 Tonnes	200	Réseau public	Oued abbés	Eau très chargée en matières organiques
BENSABER	CONSERV ERIE d'olive	Les olives				Réseau d'assainissement	Eau de lavage
EPE. EURL Tafna Confection (-ex ECOTEX)	Confection textile des vêtements plus la literie	Tissus	220 Unité /jour	120	Réseau public	Réseau d'assainissement	Eau usée domestique
SNC frères Abdallahi	Limonaderie	Sucre Arôme				Réseau d'assainissement	Eau de lavage
FMCA – SPA ABDELLI MOSTEFA	Construction Charpente métallique	Métal		30	Réseau public	Milieu naturel Réseau sanitaire 1m3/j	
ENCG –Corps Gras Groupe Kharbouche	Changement d'activité (concessionnaire des tracteurs agriculteurs)	Importation des pièces			Réseau public	Réseau d'assainissement	Eau d'hygiène
CERTAF Maghnia	Céramique	Argile	100 T/jour	556	Réseau public	Oued abbés	Epuré
Minoterie Es Sakina	Farine et son	Blé	350 Quintaux /Jour	56	Réseau public	Réseau d'assainissement	Brute
ENOF -BENTAL / Unité de Maghnia	Terre décolorant Bentonite (Argile)	Minerai Argiles	17950 Tonne	113	Réseau public et Puits	Oued Ouerdeffou	Brute

Literie SARL HALIB NADJAH	Literie	Lait de Vache Cru	40 m3/jour	74	Réseau public	Réseau d'assainissement	
SARL HALIB RAHMA LALLA MAGHNA	Literie et les Dérivés	Lait de Vache	4000 l/jour	6	Eau de puits	Réseau d'assainissement	Brute
EURL AZHAR SAIYAH	Conserverie d'olive	Olives	79000 kg/jour	10	Eau de puits	Réseau d'assainissement	Epuré
Conserverie d'olive SAFINA	Conserverie d'olive SAFINA	Olives	10000 Quintaux/Jour	23	Réseau public	Réseau d'assainissement	Epuré
Abattoir Communal	Abattoir et viande rouge	Viande rouge	1000 Tonnes/Jour	250	Réseau public	Réseau d'assainissement	Bassin de décantation
SARL Nour El Zitoun	Conserverie d'olive	Olives Vertes	1938908,06	12	Réseau public	Réseau d'assainissement	Epuré
TRANSCANAL OUEST Maghnia	Production Tir en Béton	Sable – gravier-ciment	9 UT/Jour	130	Réseau public plus eau de Forage	Réseau d'assainissement	Epuré
Total				1589			

Source : ABHOCC,2019

Nous nous contenterons de soumettre des analyses périodiques par ANRH, concernant la Maïserie de Tafna, par manque des données pour les autres unités industrielles.

Dans le tableau38, nous marquerons que les rejets de la Maïserie sont loin des normes nationales. Les charges DBO5 et DCO sont très élevées. Ces valeurs nous semblent excessives, d'autant plus que l'usine dispose d'une station de traitement. Le PH reste dans des concentrations acceptables. Par contre les constatations en Ammonium (NH4), (NO2), et (PO4), sont les polluants prédominants dans les rejets de l'unité.

Tableau 37: Analyses périodiques de la Maïserie

Paramètres	08-01-14	11-02-14	11-03-14	12-04-14	06-05-14	11-06-14	14-10-14	15-04-15	11-11-15	12-07-17	15-10-17	13-12-17	19-02-18	07-04-18
PH	7.47	8.07	7.59	7.76	7.8	8.26	8.06	7.24	8.29	7.98	7.8	7.86	7.89	7.9
TE en C°	14	26	23	27	30	35	28	28	27	37	31	28	32	30
O ² dissout mg/l	6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturation %	62.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DBO5 mg/l	24.7	288.2	295.2	255	350.7	624.7	148.5	1978	207.8	1327.2	865.3	720.9	1421.4	1045.9
DCO mg/l	/	624	778	797	701	800	437	4123	545	2138	1882	1440	1920	2090
MES 110 C°	22	820	766	506	358	860	228	1158	296	350	148	120	138	246
MO	18	106	132	99	172	198	126	198	98	450	280	275	330	300
PO4	1.3	19	4.35	3.85	7.5	22.4	28.9	6.05	6.95	38	3.64	2.4	12.6	14.9
P total	1.85	28	7.86	5.74	8.64	27.5	32.8	7.35	8.8	40	4.6	5.2	14.8	16.1
NH4	1.35	32.6	348	382	562	750	604	1835	525	560	500	380	920	800
NO2	1	3	1.4	1.2	2	1.1	0.79	1.2	1.5	0.2	0.2	/	0.16	0.2
NO3	5	7	3	2	3	4	1	2	3	6	4	4	2	3

Source : bultin périodique ANRH

Une enquête administrative par (A.B.H.2019), a été effectuée pour inventorier toutes les sources de pollution existantes dans le versant d'Oued Mouilleh, Les résultats de cette enquête sont récapitulés comme suit :

- **Déchets publics :**

Tous les déchets urbains de la ville de Maghnia sont évacués vers une décharge publique non contrôlés situés à environ 3km de la zone urbanisée. Le site actuel se trouve sur le versant d'oued Mouilleh. (D.R.E ,2003).

Le centre (fig38) qui s'étend sur une superficie de 35 hectares a été conçu pour recevoir les déchets des communes suivantes : Maghnia et Hammam Boughrara avec un volume de déchets entrant de l'ordre de 130.05 T/J soit 47468.25 T/an. Le site a été affecté à la direction de l'environnement après une procédure de distraction du domaine agricole. La réception du centre d'enfouissement technique a été faite en 2008 après sa réalisation par l'entreprise ETPBH Denouni Abdel Majid et a commencé à fonctionner en 2014, (Lokbani & Bensouna,2017).

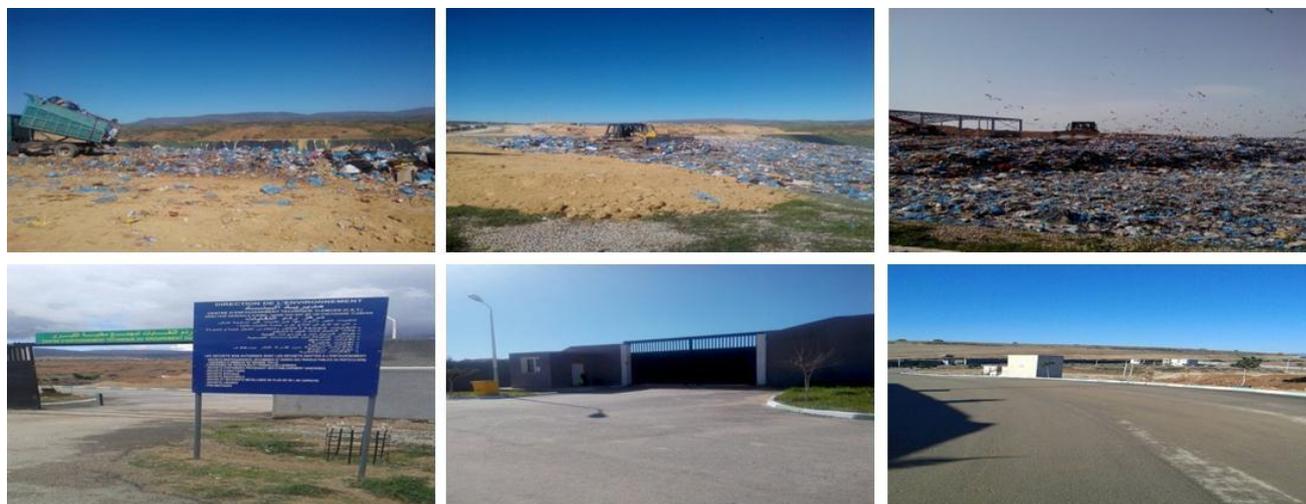


Figure 38: Décharge de Maghnia après l'éradication, (Lokbani & Bensouna,2017)

- **Déchets hospitaliers :**

Une étude du ministère de la santé, (DRE,2009) a abouti à l'estimation de la composition moyenne des déchets par catégories de déchets. Les résultats sont présentés comme suit :

- Déchets résultant de l'activité de soins d'analyses médicales :30%
- Déchets résultant des activités administratives et hôtelières : 70%

Les déchets d'activités de soins et analyses médicales se composent :

- De déchets infectieux : 80%
- Déchets pharmaceutiques : 16%
- Déchets spéciaux en faible quantité : 04%
- Les déchets radio actifs font l'objet d'une réglementation et d'une gestion spécifique.

La moyenne des déchets par lit est :

- Hôpitaux de plus de 500 lits : 8 kg/lit/jour de déchets dont 2.4 kg /lit/jour de déchets spécifiques soit 30%.
- Hôpitaux de moins de 500 lits : 3 kg/lit/ jour dont 0.75 kg/ lit / jour de déchets spécifiques soit 25%.

Le secteur sanitaire de Maghnia se compose d'un hôpital de 249 lits (Tableau38),16 salles de soins fonctionnelles, 02 polycliniques.

Les chiffres concernant la production des déchets ne pas inclure les cabinets médicaux et laboratoires d'analyse privé.

La quantité totale de déchets générés est égal 1.68 t/j dont 560kg de déchets à risque infectieux.

L'hôpital est doté d'un incinérateur dont le fonctionnement reste à vérifier.

Tableau 38: Déchets hospitaliers

Services	Lits techniques	Unités
Chirurgie général	60	- Chirurgie générale - Oto-rhino laryngologie - Ophtalmologie - Orthopédie, traumatologie - Urologie - Chirurgie pédiatrique
Anatomie pathologique	/	- Gynécologie - Gastrologie entérologie
Epidémiologie	/	Informations sanitaires - Hygiène hospitalière
-Gynécologie obstétrique	60	-Gynécologie obstétrique
Radiologie centrale	/	- Radiologie - Scanographie
Laboratoire central	/	- Microbiologie - Biochimie
Médecine interne	60	- Médecine interne - Gastrologie entérologie Cardiologie - Pneumologie - Phtisiologie - Oncologie médicale
Médecine du travail	/	- Surveillance médicale des personnels de santé - Examens périodiques de santé au travail
Néphrologie - hémodialyse	24	- Néphrologie - Hémodialyse
Pédiatrie	35	- Pédiatrie - Néonatalogie

Pharmacie	/	- Gestion des produits pharmaceutiques - Distribution des produits pharmaceutiques
Urgences médico-chirurgicales	10	Urgences médicales - Urgences chirurgicales
Total	249	/

Source :DSP Tlemcen,2019

• **Abattoirs :**

La région compte seulement un abattoir, avec une quantité abattue de 365 000 t/an.

Tableau 39: Abattoirs dans le bassin versant d'Oued Mouilleh

Communes	Nbre d'abattoirs	Capacité d'abattage	Mode de traitement des rejets	Lieu de rejet des eaux usées	Déchets solides
Maghnia	01	1000 Tonnes/Jour	Bassin de décantation	Réseau d'assainissement	Enfouissement

Source : DSA,2019

• **Huilerie :**

Le bassin versant d'Oued Mouilleh compte 3 huileries situées dans la commune de Maghnia.

Tableau 40: Stations de services dans le bassin versant d'Oued Mouilleh

Communes	Nbre d'huileries	Quantité des déchets solides (T/an)	Destination des sous produits		Impact des rejets margines sur les ressources en eau	Volume d'eau rejetée (m3/j)
			Eau des margines	Grignon d'olives		
Maghnia	03	395,7	bassin de décantation	décharge publique	Pollution de oued Abbes	2

Source : DSA,2019

• **Points de rejets :**

Les points de rejets dans le bassin versant sont de 23 points (Tableau41), avec un volume rejeté de 5 245 m3/j dans la nature sans aucun traitement. Le plus grand nombre est enregistré dans les communes de Beni Bahdel (7 pts de rejets) et Maghnia (6 pts de rejets).

Tableau 41: Points de rejets dans le bassin versant d'Oued Mouilleh

Commune	Agglomération	Population raccordée	Type	Taux de raccordement (%)	Volume collecté (m ³ /j)	Points de rejet	Milieu récepteur
Maghnia	Maghnia	123 281	Unitaire	99	17 381	6	STEP
	Bettain						Oued Mouilleh
	Asfor						Oued Abbes
	Messamda						
	Bâb Bekhata						STEP
	Akid Lotfi						Oued Mouilleh
	Ain Zana Chbikia						Oued Mouilleh
	Akid Abbes						Oued Mehaguen
	Ouled Charef						STEP
Legfaf	STEP						
Beni Bousaid	Zouia	13 277	Unitaire	93	1 999	3	Oued
	Sidi Mebarek						Chaaba
	Mohammed Salah						Oued
	Roubane						Oued
	Ouled Moussa						Oued
	Ayed Aghrib						Oued
H, Boughrara	Hamam Boughrara	12 022	Unitaire	97	1 735	3	Oued Mouilleh
	Sidi Mechehor						Oued Mouilleh
	Maâziz						Chaaba
	Zone éparses						Oued
Sidi Medjahed	Sidi Medjahed	7 448	Unitaire	96	1 086	4	Oued
	Sidi Yahia						Oued
	Zaouia Tighalimet						Oued
Beni Bahdel	Beni Bahdel	2 669		88	425	7	Oued
Total		158 697		473	22 626	23	

Source : ONA,2019

b) La région d'Oujda :

Oujda compte 175 unités industrielles. La structure du PIB industriel du gouvernorat est constituée de produits issus des industries chimiques et semi-chimiques et des industries agricoles, mécaniques, métalliques, électriques et électroniques. <http://www.radeeo.ma/>

En l'absence de chiffres officiels sur la quantité et la qualité des déchets industriels pour la ville d'Oujda, le tableau42, résume les plus importantes unités industrielles d'Oujda.

Tableau 42: Les unités industrielles d'Oujda

Industrie	Production	Investissement	Valeur ajouté	Effectifs total	Export
Textile et cuir	1662	3	665	30	0
Mécaniques et Métallurgiques	335626	2594	38043	560	0
Electrique et électronique	100371	1112	18996	151	0
Chimique et Para-chimique	958075	61190	199565	1510	0
Agroalimentaire	888533	29841	122528	1701	41336
Total	2284267	94740	379797	3952	41336

Source : <http://oujda-angad.com/leau-et-assainissement//>

- **Décharges publiques :**

SITA El Beida société de soins collecte des déchets domestiques et industriels, traitement des déchets sera au centre du site d'enfouissement technique municipal, qui est situé à 10 km de Oujda en 2011, le taux de déchets à Oujda était estimé à 61 775 t/an de déchets organiques fermentés. (Anonyme (e) ;2011).

- **Abattoirs :**

Quantité de volailles abattues dans l'abattoir KPCD à Oujda (1 000).

Unités par jour = ca. 220 000 unités par an, le tableau résume le nombre d'animaux abattus dans la ville d'Oujda. (Statistique sur la région de l'Oriental,2008).

Tableau 43: Abattoirs de la région d'Oujda

Abattoirs	Bovins	Ovins	Caprins	Camelins	Volailles
Oujda-Angad	8337	201238	9988	0	220000

Statistique sur la région de l'Oriental,2008

Les déchets d'abattoir de Oujda, sont constituées essentiellement de sang et une partie du résidu. L'estomac et le contenu intestinal et une partie de la peau,

L'effluent généré sera expulsé par le réseau d'assainissement. La plupart d'entre eux vont collecter beaucoup de matières solides et les envoyer au site d'enfouissement, qui finira dans la station d'épuration. (Anonyme (e) ;2011).

- **La laiterie :**

L'usine de lait COLAIMO est le plus grand procédé de fabrication de produits laitiers de la ville d'Oujda, le tableau44, présente la quantité des déchets de cette usine.

Tableau 44: la quantité des déchets de L'usine de lait COLAIMO

Province	Volume de production	Quantité de déchets	Rendement en biogaz	Potentielle énergétique technique	Potentielle énergétique technique
	T/an	T/an	M ³ /an	MWh/an	Tep/an
Oujda-Angad	18792	3758	129665	778	67

Anonyme (e) ;2011

- **Huilerie :**

A Oujda il y a un pressoir à olives, dans le tableau suivant il y a une fiche technique pour huilerie.

Tableau 45: pressoir à olives de la région d'Oujda

Province	Olives pour Production d'huile	Résidus liquides	Résidus solides (100% MS)	Rendement de méthane	Potentiel énergétique théorique
	T/an	M ³ /an	100%MS	M ³ /an	MWh/an
Oujda-Angad	1683	890	50716	481	507

Anonyme (e) ;2011

III-4-3 Pollution agricole :

a) La plaine de Maghnia :

Les activités agricoles dans le bassin versant d'oued Mouilleh sont essentiellement implantées dans Périmètre trempé (Maghnia) et plus particulièrement dans la plaine d'Angad du Maroc.

Les sources de pollution majeures découlant de ces activités sont

- L'épandage d'engrais
- Le traitement des sols et des végétaux
- L'élevage en particulier l'élevage avicole

Des sources diffuses de pollution périodique et ponctuelle ont pour origine l'entretien des machines agricoles (vidange) et de stockage des carburants et des lubrifiants.

A cela s'ajoute une source de pollution accidentelle pouvant causer des dommages sérieux à la santé et à l'environnement : Le stockage des produits phytosanitaires périmés.

Engrais :

L'utilisation massive et abusive des engrais engendre un apport massif d'azote dans les nappes et les eaux superficielles.

Teneur en nitrate contribue à l'eutrophisation des barrages et des plans d'eau.

La concentration admissible maximale dans l'eau est de 50 mg / l.

En l'absence de données sur utilisation d'engrais (qualité et quantité) utilisées, nous avons fait une estimation théorique en fonction des données sur les Cultures cultivées à Maghnia. La quantité totale d'engrais, toutes catégories confondues, est de l'ordre de 3700 t/an. (D.R.E,2003).

Elevage :

L'aviculture en particulier est une source majeure de pollution de l'eau. Les déchets de volaille non contrôlés peuvent être éliminés par ruissellement de surface et / ou infiltration et contaminent les eaux souterraines et de surface. On estime que la quantité de fumier produite dans la région de Maghnia est d'environ 20 000 tonnes / an (D.R.E.2003).

b) La plaine de Oujda-Angad :

Oujda disposait du périmètre irrigué de Sidi Yahya, qui a été totalement affecté à l'urbanisation. Dans le cadre du programme national pour le développement de la petite moyenne hydraulique, un autre périmètre irrigué s'est développé autour de l'Oued Bouchtat affluent d'Oued Mouilleh et qui prend le nom d'oued Mehaguen sur le territoire algérien.

Le périmètre irrigué de Bouchtat couvre une superficie de 2400ha et s'étend, à l'Est d'Oujda de long de la route Oujda-Maghnia jusqu'à la frontière. 400 pompes d'irrigation ont été inventoriées.

La pratique agricole actuelle se base sur les pluies sporadiques. L'irrigation avec des eaux souterraines salées qui mettent en danger la structure du sol est limitée.

Par contre les eaux brutes (domestique, industriels) utilisées dans l'irrigation, quoi qu'elles mettent en danger la santé publique, restent une pratique courante. Ce qui peut expliquer les forts teneurs en nitrates des eaux souterraines dans la zone frontières algéro-marocain.

Les cultures pratiquées sont le maraichage et l'arboriculture.

L'élevage bovin intensif s'est développé depuis la rénovation et la mise en service de la laiterie d'Oujda. et totalise 1000 vaches laitières.

Pollution d'origine agricole :

Les activités agricoles selon, nos estimations (d'après Technical standart 1982), participent aux apports de nitrates, phosphate et pollution organique comme suit :

- Apport en Azote : 3.3 t/j
- Charge pollution : 10000 eq.hab

Les nappes sont les premiers milieux menacés, de forts teneurs en nitrate ont été décelées dans les eaux de forage proches de cette zone sur territoire algérien et certainement marocain.

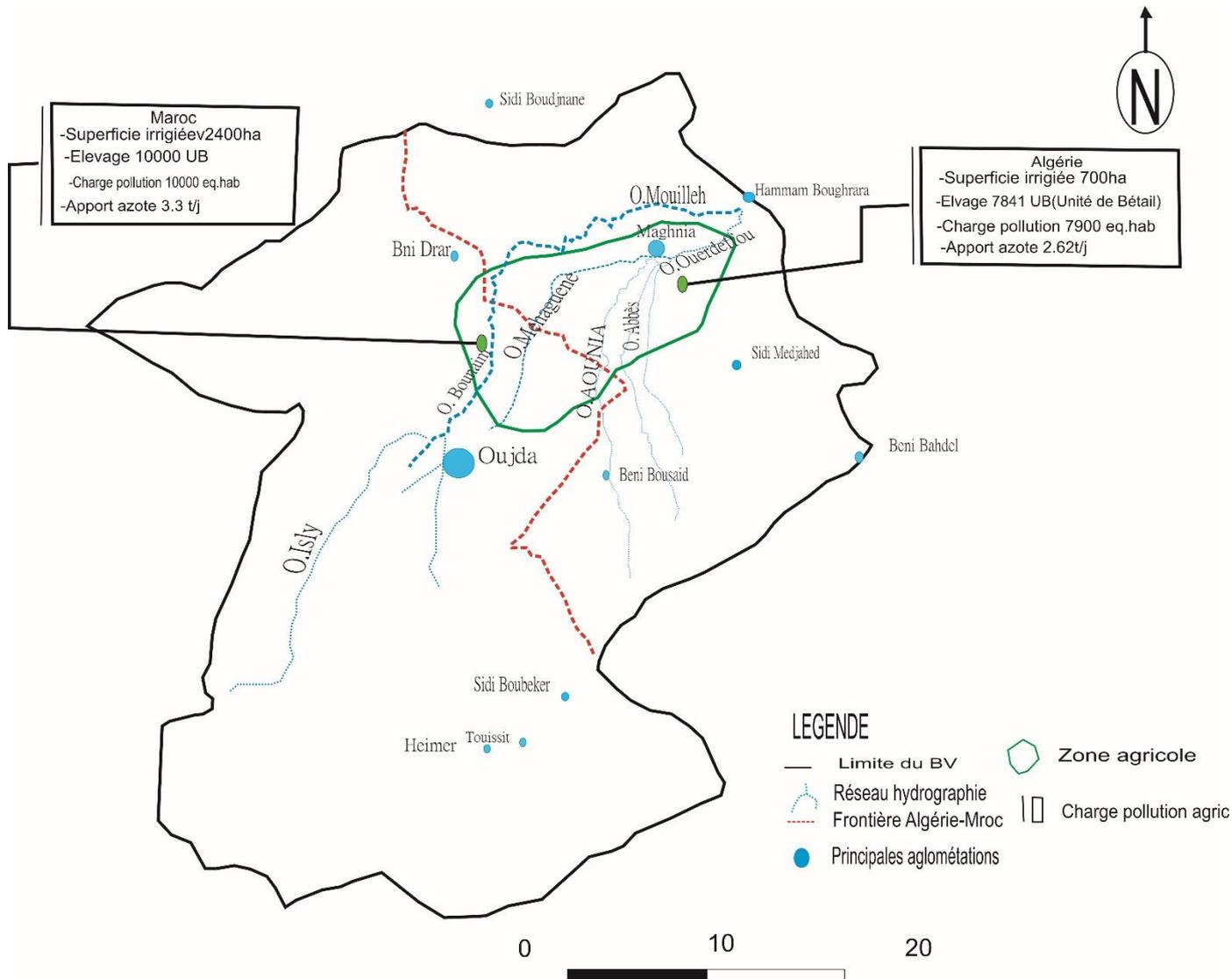


Figure 39: Pollution d'origine agricole dans le bassin versant d'Oued Mouilleh (Chater&Bendjeffal,2020)

III-5 Les sources de pollution dans la région d'étude :

a) Risque de pollution des eaux souterraines par les eaux superficielles :

Le contexte hydrogéologique du remplissage Plioquaternaire comblant la plaine effondrée de Maghnia se caractérise par la présence d'horizons aquifères, captifs, intercalés dans des niveaux argileux peu perméable.

La carte piézométrique de la nappe et la position relativement profonde du niveau piézométrique sous les lits, mineur et majeur, des oueds ont nettement indiqué que dans une grande partie de la nappe, l'alimentation des oueds par les eaux de la nappe reste peu significative.

Par ailleurs, en dehors des zones limitrophes des paléo-chenaux et des chenaux actuels des principaux oueds, essentiellement les oueds Mouilleh et Ouerdeffou par ou transite une importante pollution, les eaux souterraines affectées de manière variable résultant des activités de pollution de surface.

La pollution d'origine agricole correspond à l'utilisation d'engrais, essentiellement azotés, et de pesticides des normes qui ne paraissent pas excessive sur des sols limoneux, à perméabilité d'interstice à la capacité auto-épuratrice certaine.

Concernant la pollution par les eaux domestiques, hormis l'agglomération de Maghnia, les autres agglomérations rurales réparties dans la plaine (tableau 41, O.N.A, 2019) présentent des risques pour les eaux souterraines des horizons profonds.

b) Risque de pollution des eaux superficielles par les oueds :

En fait, dans toute la région étudiée, le risque de contamination des eaux souterraines par les eaux des oueds est préoccupant.

Ce risque est d'une importance secondaire par rapport la contamination des eaux des horizons aquifères profonds qui déterminent un niveau piézométrique général se stabilisant à une profondeur relativement appréciable, (D.R.E ;2003).

Par contre, le risque plus important au niveau des alluvions grossières des lits, mineur et majeur, des oueds actuels et des Plio-chenaux. (D.R.E, 2003).

Dans ce contexte particulier et spécialement dans la partie amont des bassins des oueds, à l'Est de la frontière marocaine, certains secteurs sont particulièrement sensibles.

Evidemment, le risque le plus grand est engendré par les eaux fortement polluées de l'Oued Bounaim-Mouilleh. Aussi bien en étiage qu'en période de crue, la charge polluante est suffisante pour contaminer les niveaux constitués de formations détritiques, fortement perméables, sous-jacentes et mitoyennes aux lits, mineur et majeur, de l'Oued.

Plus en aval des bassins des oueds de la région, il faut évidemment signaler l'importante pollution véhiculée par l'Oued Ouerdeffou. En aval de Maghnia, cet Oued est le réceptacle d'une pollution multiforme générée par le rejet domestique partiel de l'agglomération de Maghnia et surtout les effluents des principales unités industrielles de la zone.

En aval de l'agglomération, la nappe alluviale est fortement polluée. Ceci est décelable à l'œil nu par le dépérissement prononcé des orangers plantés sur première terrasse de l'Oued.

Plus en aval, l'Oued chemine à travers le bord oriental du pointement de Beni Ouassine, (D.R.E,2003).

Directement sur les affleurements du Jurassique supérieure aux niveaux carbonatés fissurés et perméable.

Cette situation a également été constatée au nord du bombement. Là, l'Oued Mouilleh, originellement pollué et de surcroit par les eaux rejetées par la station thermal de Hammam Chiguer, longe et coule sur les niveaux carbonatés du Jurassique supérieur aux faible capacités épuratrices.

Conclusion-

Il existe plusieurs sources de pollutions qui menacent les ressources des eaux au niveau du bassin versant d'Oued Mouilleh (superficiés et souterraines). (Tableau46, fig40).

Le taux élevé de rejets émis par l'agglomération d'Oujda et de Maghnia constitue une aggravation de la détérioration de la situation, nous n'oublions pas non plus les rejets industriels et ce qui est dangereux, Et l'utilisation de ces rejets dans l'irrigation agricole en plus des engrais phosphatés qui nuisent aux eaux souterraines et les eaux du barrage.

Pour cela ça nécessite une intervention immédiate pour réduire cette pollution.

La station d'épuration de Maghnia est considérée comme l'unique station de la région, avec l'accélération démographique de la région, cette station est impuissante pour absorber l'énorme quantité des eaux usées. Et pour cela la qualité des eaux du barrage de Boughrara est affectée négativement donc ça provoque un grand risque pour la santé publique.

Tableau 46: Risque de pollution sur les eaux superficielles et souterraines

Agglomération	Oueds	Type de pollution						Ressources superficielles	Capacité	Ressources souterraines
		Agricole		Industriel			Urbain			
		Charge Pollution	Surfaces irriguées	Unité	Point de rejets	Nature des rejets	Milieu récepteur			
Maghnia	-Mouilleh -Ouerdeffou -Abbés	7900 eq.hab	120 ha (Mouilleh)	Maïserie (Amidon 210160t/j Glucose 23520t/j)	O. Abbés	Eau très chargée en matières organiques	-Mouilleh -Ouerdeffou -Abbés STEP	Barrage Hammam Boughrara	175,45 (Hm³)	Plaine Zriga
							Volume (m³/j)	L'impact de pollution		
		Apport Azote	(87ha) (Ouerdeffou)	CERTAF (100t/j)	O. Abbés	Epuré	30.000(m³/j)	-Pollution agricole (les phosphates) -Pollution industriel (Oued Abbés, Ouerdeffou et Mouilleh) -Pollution urbain (Oued Ouerdeffou et la STEP)	/	Pollution Agricole (azote, Phosphate) Pollution Industriel (Oued Mouilleh) Pollution urbain (Oued Mouilleh)
		2.62t/j	/ (Abbés)	BENTL 17950t/j	Ouerdeffou	L'eau brute Chargée en Argiles				
Oujda	Bounaim	10000 Eq.hab	2400ha	Electrique (10037 P/j) Textile et cuir(1662p/j) Agroalimentaire(888 533t/j)	O. Bounaim	L'eau brute	Bounaim STEP	/	/	Plaine Angade
		Apport Azote					Volume (40.000 m³/j)			L'impact Pollution agricole (Azote).

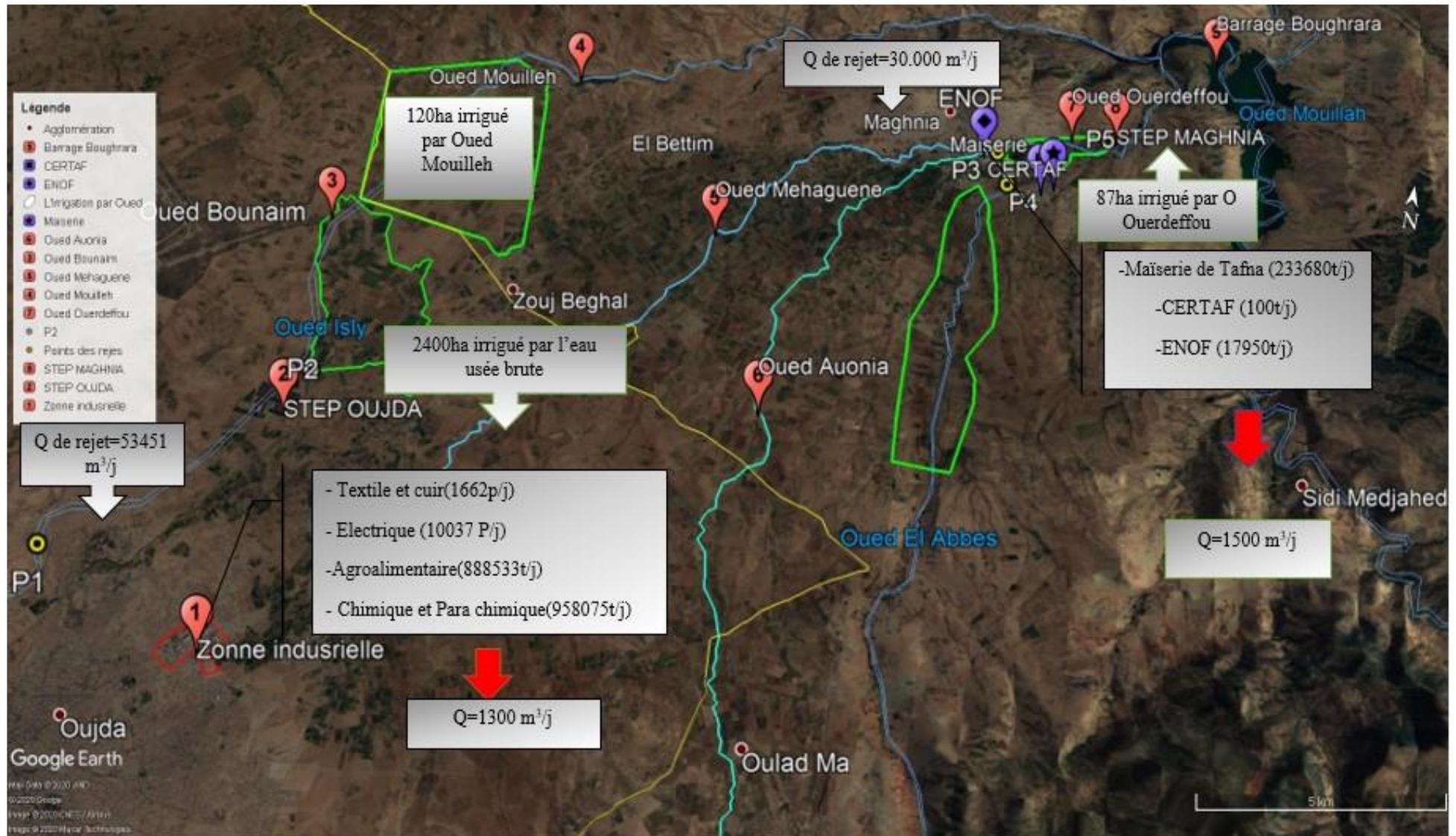


Figure 40: Photo satellitaire présente les zones d'activités principales potentiellement polluants (Google Erat,2020)

CHAPITRE V : Etude du rendement de la STEP

Introduction :

La station d'épuration (STEP) est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le traitement est fait pour le but de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Une STEP est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques. Il y a une relation entre la taille et le type des dispositifs avec degré de pollution des eaux à traiter.

La station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux, dans la station d'épuration La pollution retenue est transformée sous forme de boues. Source (site : <http://www.hygiene-publique.gov.pf/spip.php?article61>).

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à la station d'épuration de Legfef située plus en amont du barrage Hammam Boughrara dans la bassin versant de l'oued Mouilleh, en essayant de faire la synthèse des différentes analyses des eaux à la sortie de la station pour évaluer d'une part son rendement quant à la composition chimique des différents éléments traceurs des eaux usées et d'autre part discuter leur impact sur la qualité des ressources en eau plus en aval de la station .

Une étude a été réalisée en 2015, un mémoire de Master qui parle des performances épuratoires de la STEP de Maghnia, Ils ont réalisé cette étude pour repérer la nature des eaux résiduaires de Maghnia, leurs résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 79.85% des matières en suspension (MES), le taux d'abattement de la demande biologique en oxygène et la demande chimique en oxygène (DCO) pendant 5 jours (DBO5) sont respectivement de 80.16% et de 86.58%. L'élimination du NO₂ -, NO₃ - et PO₄ ³⁻ est très faible, que l'étude montre que la STEP de Maghnia a un bon fonctionnement mais elle rencontre certains problèmes liés à une mauvaise exploitation. (BENELMOUAZ ALI2015).

V-1) Caractéristiques épuratoires actuelles de la STEP de Maghnia :

La figure suivante représente une image satellitaire présente la STEP de Maghnia.



Figure 41: image satellitaire présente la STEP de Maghnia (Google Earth, 2020).

Tableau 47: Données de base de La station d'épuration.

Type de réseau	Unitaire
Nature des eaux brutes	Domestiques
Population	150.000 hab.
Débit moyen journalier	29 400 m3/j
Débit à déverser en cas de pluies	30312 m3/h
Débit moyen horaire	1225 m3/h
Coefficient de pointe	1,7
Débit de pointe	3266 m3/h
DBO5	9614 kg/j
MES	17 640 kg/j
NH4 à nitrifier	1880 Kg/j

Source : la D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA 2003).

V-2). L'origine d'eau brute :

Les eaux brutes sont celles provenant de la ville de Maghnia amenées par les drains collecteurs. Le premier ouvrage est un déversoir d'orage n'acceptant à la station que 3266m³/h. La fraction supérieure à ce débit déborde et rejoint l'Oued émissaire via le by-pass général de la station. (ONA, fiche technique de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Maghnia.)

V-3). Filière de traitement :

Le débit admis au traitement suit la filière de traitement suivante :

- Dégrillage grossier.
- Dégrillage fin mécanisé.
- Épuration biologique en aération prolongée avec une Nitrification Dénitrification de l'Azote.
- Décantation secondaire.
- Désinfection de l'effluent.
- Recirculation des boues biologiques.
- Extraction des boues en excès.
- Épaississement des boues.
- Déshydratation naturelle des boues sur lits de séchage.

V-4). Les installations de la STEP :

La STEP de Maghnia est équipée par deux filières : une pour les eaux usées et l'autre pour les boues.

V-4-1). Description des ouvrages de traitement de la filière Eaux :

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boue activé avec aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface a vitesse lente, l'eau entrant à la station passe en premier lieu par :

a) Le déversoir d'orage :

Un déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP déverse le sur plus de débit admissible dans le by-pass général de la STEP. La hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour accepter au traitement 3266m³ /h. (ONA et D.R.E 2003).



Figure 42 : Le déversoir d’orage. (La D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d’Oran (ONA2003).

b) Prétraitement :

- ✓ Grille grossière :(1 unité) :

L’eau usée passe d’abord à travers une grille grossière de façon à la débarrasser de ses plus importants éléments en suspension.

Tableau 48 : des Données de la Grille grossière :(1 unité).

Source :la D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d’Oran (ONA 2003).

Largeur de la grille	1.30m
Inclinaison	10
Forme des barreaux	Rectangle 10*50mm
Écartement entre les barreaux	50mm
Matériau	Aluminium

Les refus de grille sont déposés dans une remis d’égouttage -Un détecteur de niveau installé à l’amont de la grille déclenche une alarme sonore en cas de niveau d’eau trop haut (colmatage) Il est installé à l’aval du déversoir d’orage.

✓ **Relevage :**

Il est assuré grâce à la présence de 4 vis d'Archimède avec :

- Un débit nominal de 1300 m³ /h.
- Une puissance nominale : 18 kW.



Figure 43 : Bâtiment de relevage. (Chater& Bendjeffal, 2020).

✓ **Dégrillage fine : il est suivi d'un dégrillage automatique :**

-Ensemble complet avec fins de course et limiteur de couple.

Tableau 49 : des Données de la dégrillage fine.

-Largeur de la grille	1.00m
-Profondeur du chenal	1.50m
Espacement entre les barreaux	20mm
-Épaisseur des barreaux	10mm
- Puissance moteur	0.37kw
-Moteur	tri 380v-50 HZ classe F-IP54-DOL
-Matériau	Acier

Source :la D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA 2003).

✓ **Grille manuelle De By-pass (1unité) :**

Tableau 50: Données de la Grille manuelle De By-pass (1unité).

-Largeur de la grille	1.00m
-Profondeur du chenal	1.00m
-Espace entre les barreaux	30mm
-Épaisseur du barreau Rectangle	10*50mm
-Matériau	Aluminium

Source :la D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA 2003).



Figure 44 : Grille manuelle De By-pass (1unité). (La D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA 2003).

Refus de dégrillage :

Un détecteur de niveau est installé à l'amont de la grille grossière, il déclenche une alarme sonore en cas de niveau d'eau trop haut (colmatage). Il est installé à l'aval du déversoir d'orage. Le refus résultant sont déposés dans une remis d'égouttage. Chaque grille mécanisée dépose ces refus sur une bande transporteuse élevant ces derniers dans un conteneur drainé. Le fonctionnement de cette bande est asservi à celui des grilles + (temporisation pour l'arrêt). Alors, le détecteur de niveau installé à l'amont de chaque grille déclenche le mécanisme en cas de niveau d'eau trop haut. (BENELMOUAZ ALI 2015 (ONA)).

Dessableur–Déshuileur (2unités) :

Le chenal de fuite des grilles est équipé de glissières destinées à recevoir des batardeaux ayant pour but l'isolement d'un ou de deux dessableurs. Dans ce cas, un trop-plein de sécurité est prévu à l'aval des grilles. Ce trop-plein est mis en communication avec by-pass général de la STEP. Le dessabler est de type longitudinal à deux compartiments. Il est constitué d'un chenal en béton de forme trapézoïdal et ayant une longueur de 26 m et une largeur de 4 m, équipé d'un groupe motoréducteur de translation de 0.37 kW ainsi que d'un arrêt d'urgence du "coup de poing". Une pompe "air-lift" embarquée avec un group moto-surépaisseur de 4 kW Assurant l'évacuation du sable déposé vers un lit de séchage. Ces appareille sont doublés d'une pompe submersible à effet vortex. Une lame d'écumage réglable, embraquée également, permet l'évacuation de flottants via un déversoir d'extrémité. Le puisard de flottants est équipé d'un groupe motoréducteur de vidange de 10 m³/h. Le débordement en fin d'ouvrage se fait sur un déversoir d'extrémité en paroi mince. L'effluent collecté dans un puisard d'extrémité est évacué gravitairement vers la suit de traitement. La flottation des huiles et le maintien en suspension des matières organiques sont assurés par de l'air insufflé dans les dessableurs via des rampes poreuses de type incomptable à grosses bulles. Les tuyauteries sont exécutées en acier galvanisé. La production d'air est assurée par deux surpresseurs rots (1en marche + 1pour secours) de 580m³ /h sous 4 m CE chacun. (ONA et D.R.E 2003).



Figure 45: Dessableur–Déshuileur (2unités). (Chater& Bendjeffal, 2020)

c) Traitement biologique :

Tableau 51: des dimensions de bassin d'aération.

Volume	4723m³
Forme rectangulaire	(55.50*18.50)
Hauteur d'eau	4.60m
Hauteur béton	5.60m

Source : la D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA 2003).

Tableau 52: des dimensions de bassin de dénitrification.

Volume	725m³
Forme rectangulaire	(18.5*8
Hauteur d'eau	4.90m
Hauteur béton	5.60m

Source : la D.R.E de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA 2003).

Les bassins de dénitrification et d'aération sont accolés les uns aux autres pour donner un ouvrage ayant les dimensions suivantes :

Épaisseur des voiles en béton exclus.

-Longueur : 63.50m

-Largeur : 74.00m

✓ **Transport :**

Les eaux en provenance des dessableur –déshuileurs sont transportées gravitairement par un chenal vers les bassins d'aération. En cas de by-pass de la partie –biologique du traitement, ce chenal est également muni d'un trop-plein de sécurité en communication avec le by-pass général de la STEP. (BENELMOUAZ ALI 2015 (ONA)).

✓ **Bassin d'aération (4unités) :**

- les bassins d'aération sont menu de :

- 4 vis d'Archimède au débit unitaire de 1300 m³ /h du type contre épuisante.

-4 mélangeurs submersibles de 4 kW y compris le système de relevage.

-4 déversoirs.

-12 aérateurs de surface.

-4 sondes de mesure de l'oxygène dissous.



Figure 46 : Bassin d'aération (4unités). (Chater& Bendjeffal, 2020)

d) Fonctionnement au niveau des bassins :

→ La nitrification a lieu dans n'importe quel type biologique pourvu que la température et la teneur en oxygène soient suffisamment élevées. Dans le système prévu, la boue d'un âge

Suffisant dégrade la DBO et nitrifie l'azote. Si la nitrification n'est pas suivie d'une dénitrification volontaire peut parfois entraîner de sérieux inconvénients.

Les eaux prétraitées arrivent dans un chenal de répartition aboutissant en tête des bassins de dénitrification. Ce chenal est équipé de 4 pelles d'étangs inversées permettant d'ajuster le débit nominal de chaque ligne de traitement et d'en assurer l'équipartition. En cas de fausse manœuvre (vanne fermée). Le débit peut passer en sur verse de pelles d'étangs évitant ainsi tout risque de débordement sur le sol. Les vis d'Archimède localisées à l'aval de chaque bassin d'aération renvoient en tête de la cellule de dénitrification la liqueur mixte. Un chenal en béton est prévu à cet effet. Le fonctionnement des vis est asservi à un jeu de minuterie définissent la cadence de fonctionnement et de ce fait, le taux de Recirculation. Une bêche de dénitrification est munie d'un baffle longitudinal (réalisé en béton armé) et circuler les eaux dans cet ensemble à une vitesse de l'ordre de 20cm/sec évitant ainsi les dépôts de boues. Au niveau des bassins d'aération, le brassage et l'oxygénation de la liqueur mixte sont assurés par des aérateurs de surface à rotation lente installée sur des passerelles. La liqueur mixte est évacuée dans une goulotte de collecte via une lame de débordement et cloison siphonée réalisée en béton, vers les décanteurs. Les aérateurs fonctionnent est piloté par une chaîne de mesure d'oxygène dissous dans l'eau. Les sondes sont équipées d'un système de rinçage par jet d'eau et détergent dilué. En cas de surcharge de l'installation un des bassins peut être utilisé pour la stabilisation aérobie des boues en excès. Et après stabilisation les boues, elles sont évacuées vers l'épaississeur au moyen de deux pompes submersibles installées dans le bassin d'aération destiné à devenir éventuellement bassin de stabilisation. Les coins à l'aval de chaque ouvrage sont dotés de rampe d'arrosage pour lutter contre les mousses. (BENELMOUAZ ALI 2015 (ONA)).

d-1) Tour de répartition : La liqueur mixte en provenance des quatre bassins d'aération est transportée gravitairement vers une chambre de répartition divisant les eaux vers les deux décanteurs.

✓ 4.2.4.1.4. **Décanteur Secondaire (02 unités) :**

Après le traitement biologique, l'eau arrive au clarificateur au niveau duquel les particules des boues sont séparées de l'eau et se déposent au centre. La forme conique du compartiment de précipitation.

- Les décanteurs est de forme circulaire de Diamètre 46.00 m.
- Surface 1661 m².
- Profondeur d'eau 04.00 m en périphérie.
- Le pont est réalisé à partir de profilés en acier.
- Vitesse de rotation du pont 0.04m/s.
- Les eaux clarifiées sont ensuite envoyées vers le poste de désinfection. Les flottants
- Ont récoltés dans un puisard annexe à chaque ouvrage, ils sont équipés d'une pompe refoulant de liquide en tête de la station.

✓ **Puisard à boues :**

Le puisard à boues est en communication hydraulique avec deux décanteurs par l'intermédiaire de tuyauterie à boues installé sous l'ouvrage et de tubes télescopiques longés dans le puisard. Les boues sont relevées au moyen de trois vis d'Archimède (débit nominal : 1300 m³/h).

Les boues de recirculation rejoignent la tête des bassins d'aération par un chenal équipé d'un jaugeur venturi muni d'une échelle graduée en m/h. (BENELMOUAZ ALI 2015 (ONA)).

c). **Description des ouvrages de traitement de la filière boues :**

Ce procédé est réalisé selon les étapes suivantes :

✓ **Épaississeur :**

Les boues en excès sont dirigées vers l'épaississeur

Diamètre 14.00m

Hauteur 4.00m.

Pente 1/10.

Les boues épaisses sont reprises par pompage et expédiées vers les lits de séchage.



Figure 47: Épaisseur de boue. (Chater& Bendjeffal, 2020)

Lits de séchage (14) :

- Longueur 30.00m
- Largeur 15.00m
- Surface 450.00m.

Chaque lit est équipé d'une vanne d'alimentation à passage directe et d'un jeu batardeau faisant office de déversoir. (ONA et D.R.E 2003)

V-5 Normes des eaux traitées

a) Normes internationales :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Le critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret De loi. (CSHPF, (1995).

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont Représentées dans le tableau suivant :

Tableau 53: Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées.

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
PH	-	6,5-8,5
DBO5	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH4	mg/l	<0,5
NO2	mg/l	1
NO3	mg/l	<1
P2O5	mg/l	<2
Température T	C°	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore

b) Normes Algériennes

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et Bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître L'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel Et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les Milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station D'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont Regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 54: les normes Algériennes et les valeurs limites maximales de rejet.

Paramètre	Unîtes	Valeurs Limites
Température	°C	30
PH	mg/l	6,5 à 8,5
MES	mg/l	35
DBO5	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	2
Phosphore Totale	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	3
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	3
Manganèse	mg/l	1
Mercure Totale	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5
Zinc total	mg/l	3
Huiles et graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0,3
Fluor et composés	mg/l	15
Étain totale	mg/l	2
Composée organique chloré	mg/l	5
Chrome total	mg/l	0,5
(*)Chrome III +	mg/l	3
(*) Chrome VI+	mg/l	0,1
(*) Solvant organiques	mg/l	20
(*) chlore actif	mg/l	1

Source : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (journal officiel de la république Algérienne .2006

V-5. Variation temporelle des concentrations des différents éléments durant 3 ans (2017, 2018, 2019) :

a) La température :

La figure suivante représente la variation de la température de l'eau brute et des eaux traitées.

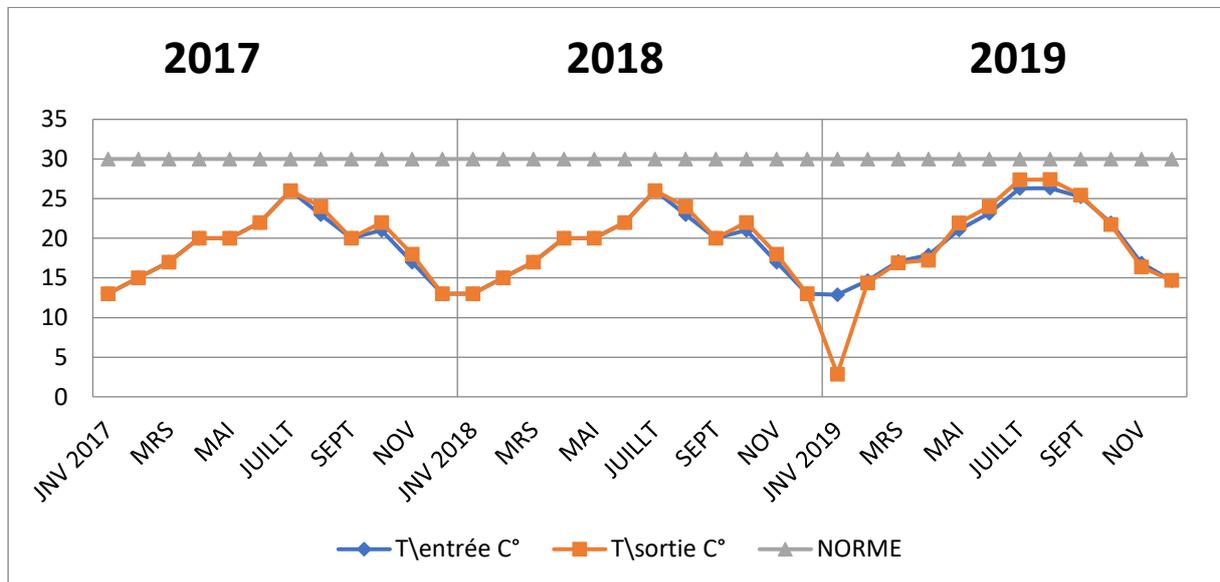


Figure.48 : Variation mensuelle de la Température à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/07/2019).

• **Pour l'année 2017 :**

On remarque que les valeurs de la température mesurée durant notre période d'étude varient pour les eaux brutes entre 26°C (juillet 2017) et 13°C (décembre 2017), avec une valeur moyenne de 18.91°C.

Pour les eaux traitées la température entre 26°C et 13°C, avec une valeur moyenne de 19.16°C sur la durée totale de l'étude.

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques.

• **Pour l'année 2018 :**

D'après les résultats de la figure 4.3.1, on remarque que les valeurs de la température à l'entrée de la STEP sont entre (13°C- 26°C) et le même à la sortie, elles sont bien inférieures et conformes à la norme de rejet 30°C.

• **Pour l'année 2019 :**

Les valeurs mensuelles de la température présentent une moyenne de 19.83°C, elles varient entre une valeur maximale relevée en aout (2019) de 26.31°C et une valeur minimale relevée en février (2019) de 12.87°C pour les eaux brutes, et entre 27.4°C et 2.86°C avec une moyenne 19.19°C pour les eaux traitées.

Au niveau des stations d'épuration, la température des eaux usées influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement, par exemple, la décantation est plus efficace à température élevées. De plus, l'activité biologique prenant place lors du traitement décroît avec le froid, la vitesse de nitrification est très ralentie en dessous de 10°C, et en comparant les deux graphiques avec celui de la norme, on peut dire qu'on a de Bons résultats et que les normes sont respectées.

b). Potentiel hydrique (pH)

La figure suivante représente la variation du PH de l'eau brute et des eaux traitée.

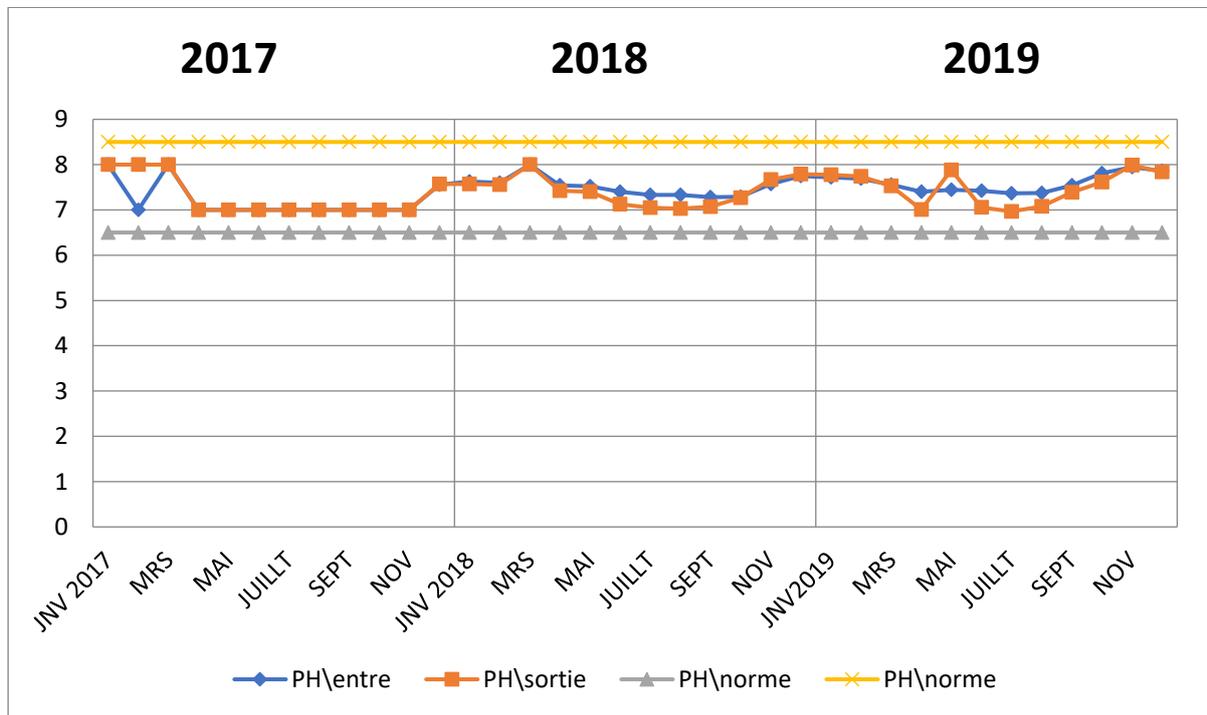


Figure 48 : Variation mensuelle de PH à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).

• **Pour l'année 2017 :**

Selon le graphe on remarque que les valeurs de PH mesurée durant notre période d'étude varient pour les eaux brutes entre 7 et 8 avec une valeur moyenne de 7.21. Pour les eaux traitées, le pH varie entre 7 et 8, avec une valeur moyenne de 7.27 sur la durée totale de l'étude. Les valeurs de PH est dans les normes entre (6.5 et 8.5).

• **Pour l'année 2018 :**

La figure 49 présente les résultats du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP on distingue une neutralité du milieu, pour les eaux brutes et les eaux traitées elles varient entre 8 à 7 elles sont proches aux normes. Mes elles restent respectivement dans la plage de norme de rejet algérienne et internationale (6.5- 8.5)

• **Pour l'année 2019 :**

On constate que les valeurs du pH mesurées pour les eaux brutes varient entre 7.9 et 7.36, avec une valeur moyenne de 7.59. Pour les eaux traitées, le pH varie entre 6.56 et 7.88, avec une valeur moyenne de 7.48. Dans cette étude les valeurs sont très proches de la norme.

c) O₂ dissous :

La figure suivante représente la variation d'O₂ de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

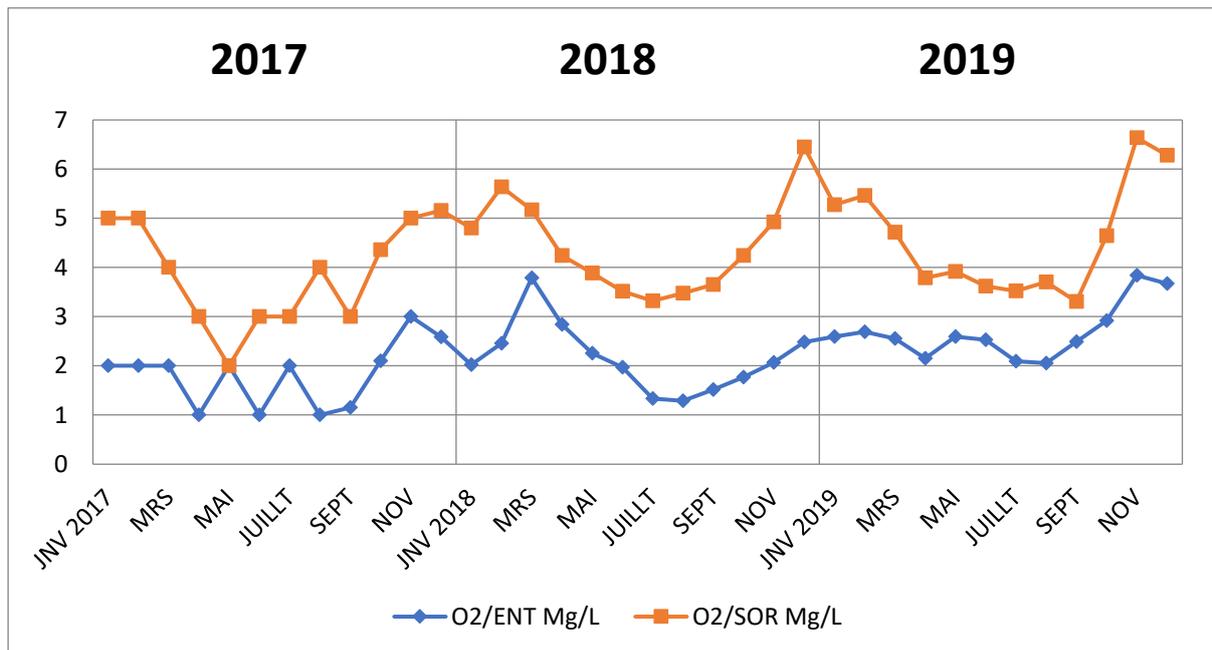


Figure 49: Variation mensuelle de la concentration d'O₂ dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).

- **Pour l'année 2017 :**

Selon les résultats présentés sur la figure 50. On remarque que la concentration d'O₂ dissous entré dans la station a des valeurs comprises entre 3 mg/l et 1 mg/l'avec une moyenne de 1.82 mg/l. alors qu'à la sortie, les valeurs entre 5.16 mg/l et 2 mg/l, avec une moyenne de 3.87mg/l. donc en remarque une augmentation O₂ dissous sortie par rapport a le O₂ dissous entrée. Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle.

- **Pour l'année 2018 :**

D'après les résultats obtenus, on remarque que la concentration de O₂ dissous entré dans la station a des valeurs comprises entre 3.79 mg/l et 1.28 mg/l. Avec une moyenne de 2.48 mg/l. alors qu'à la sortie, les valeurs entre 6.45 mg/l et 3.35 mg/l, avec une moyenne de 4.44 mg/l.

Les teneurs en O₂ dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée. Ceci est dû à une bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées.

- **Pour l'année 2019 :**

D'après la figure 50 on remarque que les teneurs en oxygène dissous varient Mensuelle dans les eaux brutes et les eaux traitées. Pour les eaux brutes, la concentration moyenne, est (2.68 mg/l). Pour les eaux traitées, le taux d'O₂dissous varie entre 3.3mg/l et 6.63 mg/l, avec une valeur moyenne de 4.57 mg/l. Nous notons en effet, une Augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle.

d). La conductivité :

La figure suivante représente la variation de la conductivité de l'eau à l'entrée et à la Sortie de la STEP.

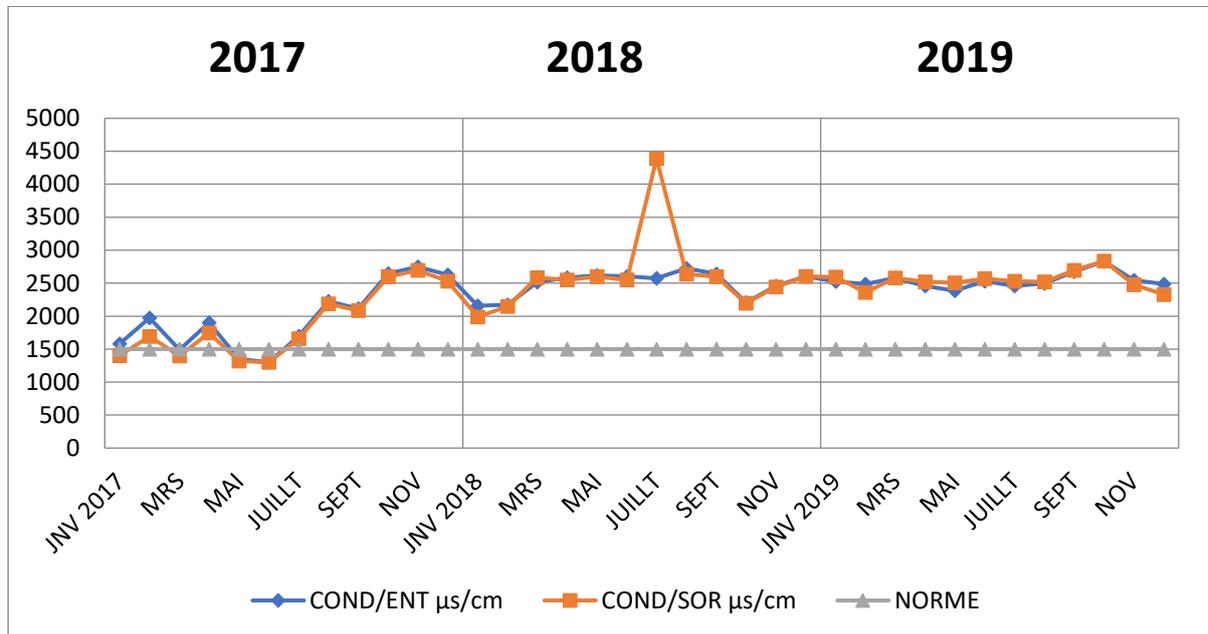


Figure 50: Variation mensuelle de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).

• Pour l'année 2017 :

La conductivité est probablement l'une des plus simples et des plus importantes mesures Pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale de L'eau et renseigne sur le taux de salinité des eaux brutes entrant à la STEP.

On remarque qu'il y a une augmentation remarquable de conductivité dans les mois suivant (AOUT, SEPT, OCT, NOV, DEC) la moyenne 1884.08µs/cm est conforme a la norme algérienne. L'augmentation de la conductivité pendant certains mois est expliquée par le rejet des eaux usées résiduelles des unités industrielles dans le réseau d'assainissement de la ville.

• Pour l'année 2018 :

Les valeurs de conductivité des eaux usées avant traitement sont comprises entre 2125 et 2726.522 µs/cm avec une moyenne de 2488.01675 µs/cm pour les eaux Traitées L'augmentation de la conductivité pendant le mois de juillet est expliquée par le rejet des eaux usées résiduelles des unités industrielles dans le réseau d'assainissement de la ville. La valeur moyenne de la conductivité de 2607.21 µs/cm est n'est pas conforme à la norme algérienne.

• Pour l'année 2019 :

On ne remarque pas vraiment une variation de la conductivité dans la majorité des prélèvements, les valeurs de la conductivité sont proches les unes des autres. Les valeurs mensuelles des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 2384.28 as/cm à un maximum de 2830.741 µs/cm. Cette variation est due au changement de la concentration

en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP. A la sortie on constate presque une stabilisation de la conductivité suite au traitement, la concentration en sels se stabilise.

e). La Turbidité :

La figure suivante représente la variation de la turbidité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

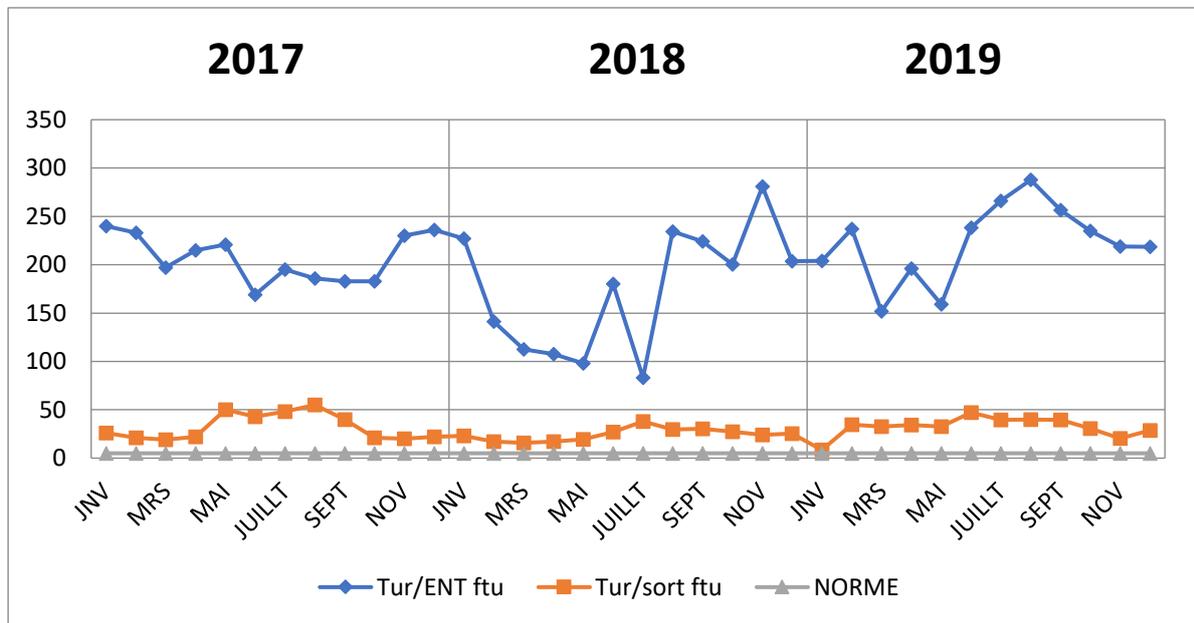


Figure 51: Variation mensuelle de la Turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 31/12/2019).

• Pour l'année 2017 :

Le but de mesure de la turbidité c'est de permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Les phénomènes de sédimentation et Les organismes filtrants contrôlent de manière importante la turbidité de l'eau. Une turbidité forte peut permettre à ceux-ci de se fixer sur des particules en suspension.

La turbidité d'une eau est une mesure globale qui prend en compte toutes les matières, soit colloïdales, soit insolubles, d'origine minérale ou organique Les résultats obtenus sont représentés dans la figure.

Les valeurs de la turbidité enregistrées dans les eaux usées avant traitement, varient De 169 FTU à 240 FTU, Concernant les eaux épurées, on remarque augmentation de ce Paramètre dont les valeurs se situent dans un intervalle qui va d'un minimum de 19 FTU à un Maximum de 55 FTU, avec une moyenne de 32.25 FTU. Ces valeurs restent toujours supérieures les normes algériennes de rejet (5 FTU), car l'eau usée à l'entrée de la station contient une quantité importante en matière organique et colloïdale.

• Pour l'année 2018 :

On ne constate que les valeurs mensuelles de la turbidité élevées au niveau de la station D'épuration de Maghnia oscillant entre 281 FTU et 83.22 FTU pour les eaux brutes, et entre 37.94 FTU et 15.92 FTU pour les eaux traitées, avec une moyenne de 24.47. Ces teneurs de

Turbidité enregistrée dépassent largement la valeur limite acceptable pour les eaux destinées à Rejeter dans le milieu récepteur (> 5NTU), ces dépassements montrent que l'eau usée est chargée en MES et colloïdales.

• **Pour l'année 2019 :**

On constate que la valeur moyenne de la turbidité est égale 222.43 FTU à l'entré, cette valeur moyenne dépasse la norme qui est de 5 FTU ensuite elle à diminué après l'épuration a boue activée à une valeur de moyenne de 32.37 FTU (soit une élimination de plus de 85,48%). Cette diminution est due à la dégradation des matières organiques contenue dans l'eau brute. On constate que l'eau traitée ne répond pas à la norme, qui peut être due à une forte concentration en MES et les matières colloïdales.

f). **Matières en suspension (MES) :**

La figure suivante montre la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

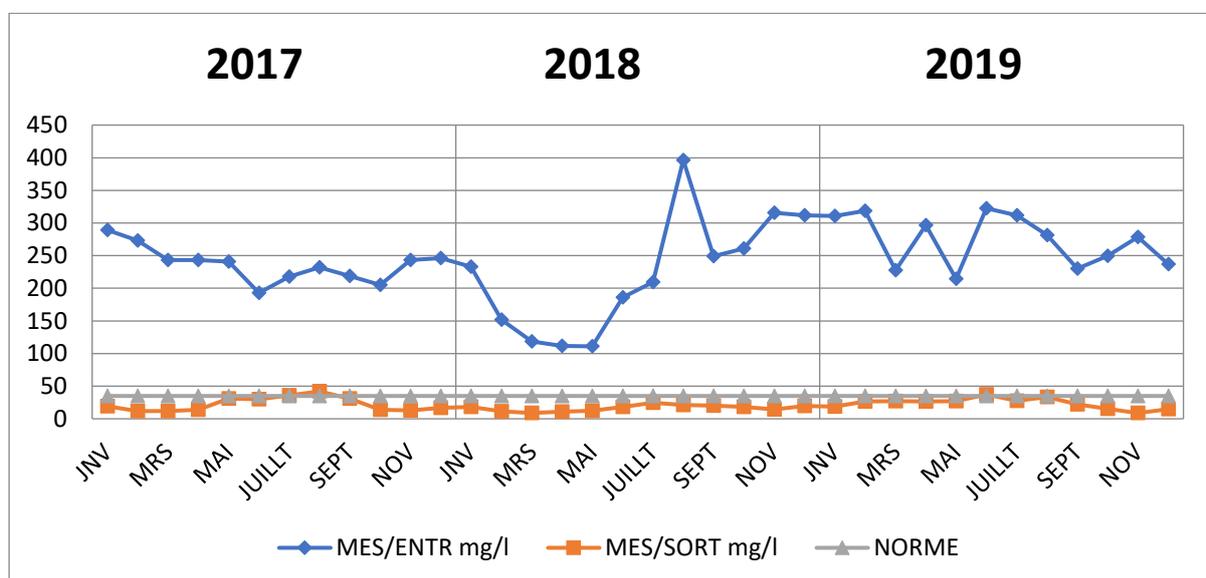


Figure 52: Variation mensuelle de la concentration de la (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 24/12/2019).

• **Pour l'année 2017 :**

Les (MES) représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Dans les eaux usées La connaissance de la concentration des éléments Colloïdaux est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique.

La quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 289 mg/L et 193 mg/L, Avec une moyenne de 237.08 mg/L, La concentration à la sortie varie entre 12 mg/L et 42 mg/L avec une moyenne de 22.58 mg/l.

Le faible taux d'O₂ dissous enregistré à l'entrée, caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface due à la présence des graisses, des détergents.

• **Pour l'année 2018 :**

Selon le graphe on remarqué que les valeurs de MES à l'entrée de la Station varient entre 111 et 396.5 mg/l, avec une moyenne de 221.27 mg/l, Cette variation est due à une instabilité de la qualité des eaux à l'entrée. A la sortie de la station, on enregistre une valeur de MES 8.81 à 24.75 mg/l avec une moyenne de 16.46 mg/l, cette valeur est conforme à la norme algérienne de rejet (35 mg/l).

• **Pour l'année 2019 :**

Selon les résultats obtenus pour les MES montrent qu'il y a une élimination très importante de ces derniers entre l'entrée et la sortie de la station. En effet, avec une concentration moyenne de 273.14 mg/l à l'entrée contre uniquement 23.83 mg/l au niveau de la sortie. Ce résultat est lié souvent à la charge importante en matières organiques et minérales. Le rendement global de l'épuration pour ce paramètre atteint 91.27 %.

Sur la figure 53, on peut clairement voir l'écart qu'accuse la faible teneur en MES de l'eau en sortie avec celle de l'entrée ainsi qu'avec la norme de rejet, limitée à 35 mg/l.

Le faible taux d'O₂ dissous enregistré à l'entrée, caractérisant une arrivée d'eau usée riche en matières organiques et inorganiques dissoutes.

g). **La demande chimique en oxygène (DCO) :**

La figure suivante représente la variation de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de La STEP.

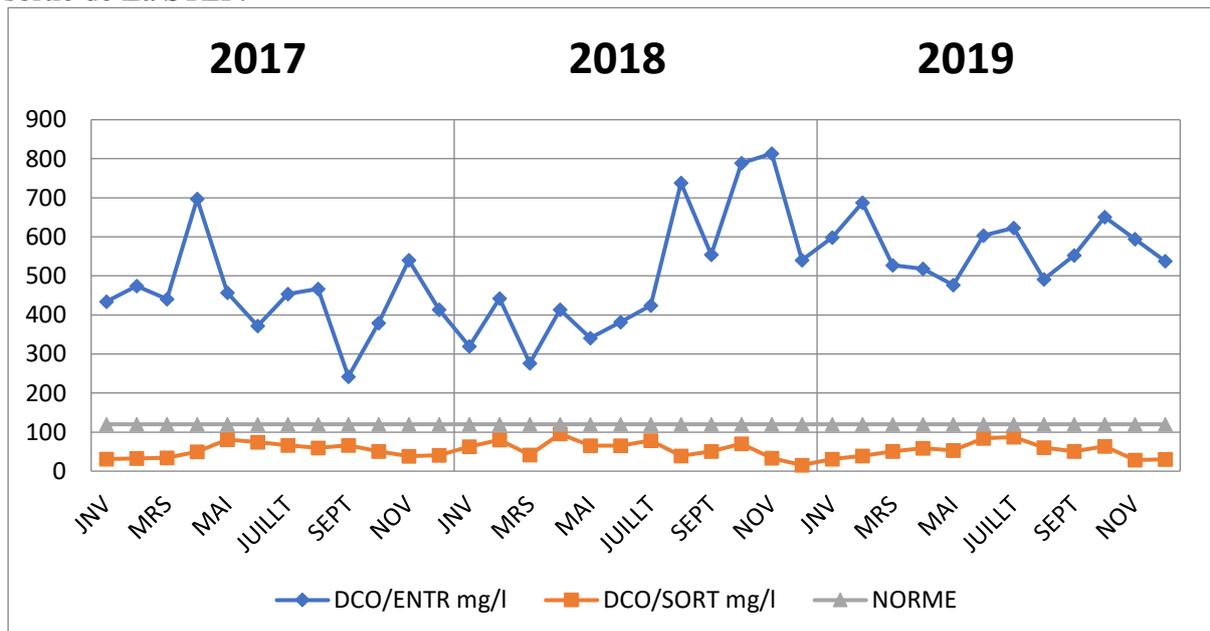


Figure 53: Variation mensuelle de la concentration de la (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 24/12/2019).

• **Pour l'année 2017 :**

La DCO est utilisée pour exprimer la charge de pollution ou le substrat. De plus, c'est un paramètre qui peut être dosé rapidement Ceci renseigne sur la quantité totale des matières organiques et minérales présentes dans le substrat.

Les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la STEP varient entre un

Maximum de 697 mg/l et un minimum de 242 mg/l avec une moyenne de 447.58 En revanche, les valeurs des concentrations des eaux traitées varient entre un maximum de 81mg/l et un minimum de 31 mg/l, avec une moyenne de 52.08 mg/l et un rendement d'abattement de DCO est environs 88.11%.

• **Pour l'année 2018 :**

A la lumière des résultats obtenus dans la figure 53. Les teneurs en DCO enregistrées Au niveau des eaux brutes (entrée) de la station sont comprises entre le 276.5 et 813.25 mg/l, et pour les eaux épurées (sortie) sont variées entre 15.5 et 95.5 mg/l, avec une moyenne de 58.16 mg/l. Cette valeur est conforme à la norme algérienne de rejet (<120 mg/l), donc on peut dire qu'une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante avec un rendement d'élimination de 86.07 %.

• **Pour l'année 2019 :**

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale.

Un rendement d'abattement de DCO est environs 90.67 %. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne de rejet (<120 mg/l), donc une grande concentration a été éliminé par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

h). Demande biologique en oxygène (DBO5) :

La figure suivante donne la variation de la concentration de la DBO5 dans les eaux brutes Et les eaux traitées.

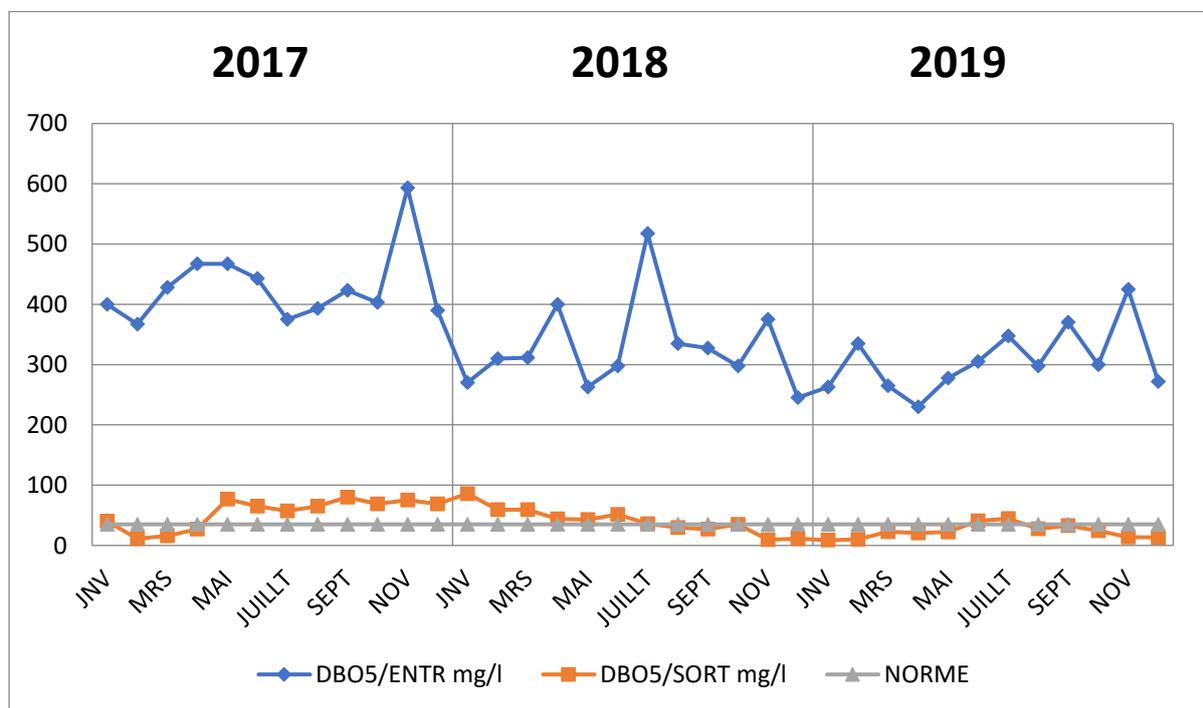


Figure 54: Variation mensuelle de la concentration de la (DBO5) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2/01/2017 au 24/12/2019).

- **Pour l'année 2017 :**

La figure 54 représente la variation de la DBO₅ de l'eau brute et de l'eau traitée, notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 593 et 367 mg /l. Il est à noter que ces valeurs sont élevées cette augmentation est marquée à cause de la charge polluante importante qui est entrée dans la station.

Ces valeurs dépassent les normes, (35 mg/l), cette augmentation est due soit aux rejets sauvages (huileries, le rejet industriels qui sont raccordées au même réseau d'assainissement), soit à une mauvaise aération.

- **Pour l'année 2018 :**

La demande biologique en oxygène (DBO₅) est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité des eaux : dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg d'(O₂) /l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre.

L'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 245 et 517.5 mg/l., pour l'eau traitée, la concentration varie entre 9.75 et 86 mg/l, avec une moyenne de 40.91 mg/l. on remarque que l'eau traitée est approchée ou dans les normes et sa relie au bon fonctionnement des deux bassins aération et le décanteur dans la station.

- **Pour l'année 2019 :**

Selon le graphe la variation de la DBO₅ de l'eau brute et de l'eau traitée, notons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 230 et 425 mg /l. Cette Augmentation est marquée à cause de la charge polluante importante qui est entrée dans la Station. Par contre, pour l'eau traitée, on remarque que la DBO₅ à la sortie de la STEP est généralement toutes dans les normes de rejet (inférieur à 35 mg d'O₂/l). , cette augmentation à l'entrée de la STEP est due aux rejets sauvages (huileries, le rejet industriels qui sont raccordées au même réseau d'assainissement.

i). Azote ammoniacal (NH₄⁺) :

La figure suivante représente la variation de NH₄⁺ de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

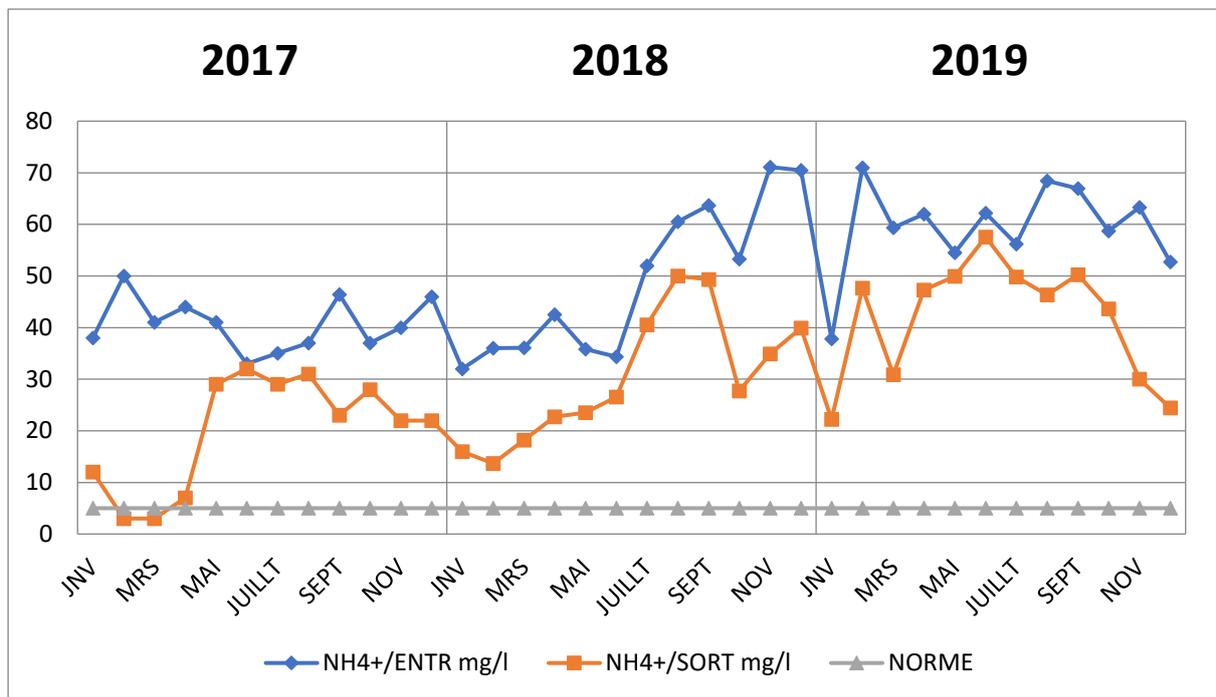


Figure 55: Variation mensuelle de la concentration de la (NH₄⁺) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/01/2017 au 24/12/2019).

• **Pour l'année 2017 :**

D'après la figure 56 On remarque que la concentration de l'azote ammoniacal entré dans la station a des valeurs comprises entre 50 mg/l et 33 mg/l avec une moyenne de 40.7 mg/l, alors qu'à la sortie, la valeur oscille entre 32 mg/l et 3 mg/l, avec une moyenne de 20.08 mg/l.

NH₄⁺ rencontré dans les eaux usées, et dont la présence est anormale (ne doit pas dépasser les 5 mg/l.),

La baisse des teneurs en azote ammoniacal au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en NH₄⁺.

• **Pour l'année 2018 :**

La Figure 56 montre que la variation de (NH₄⁺) à l'entrée de la station d'épuration de Maghnia généralement elle est entre 71.1 mg/l et 32 mg/l avec une moyenne de 48.97 mg/l. Et pour les eaux traitées les valeurs sont situées entre 49.98 mg/l et 13.68 mg/l avec une moyenne de 30.25 mg/l.

L'azote présent dans les eaux usées surtout sous forme ammoniacale (NH₄⁺). Et pour enlever la pollution azotée, il faut un traitement biologique plus long où les boues activées sont alternativement aérées puis privées d'oxygène.

Les nitrites c'est un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. Sa toxicité augmente avec la température. Ils provoquent une dégradation de l'hémoglobine du sang des poissons qui ne peut plus véhiculer l'oxygène. Il en résulte la mort.

• **Pour l'année 2019 :**

D'après le résultat obtenu dans la figure 56 on remarque que la teneur en nitrite des eaux usées, à savoir brute et traitées est très faible. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation sauf les résultats du mois de mai il y a une augmentation de nitrite mes elle reseter dans les normes, dont les valeurs se situent entre 0,08 mg/l et 1,98 mg/l au niveau des eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient de 0,06 mg/l à 0,39 mg/l. Les valeurs des nitrites (NO₂-) dans l'eau épurée sont largement inférieures à la limite fixée pour les eaux d'irrigation (< 1mg/l).

k). Nitrate (NO₃-) :

La figure suivante représente la variation de Nitrate de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

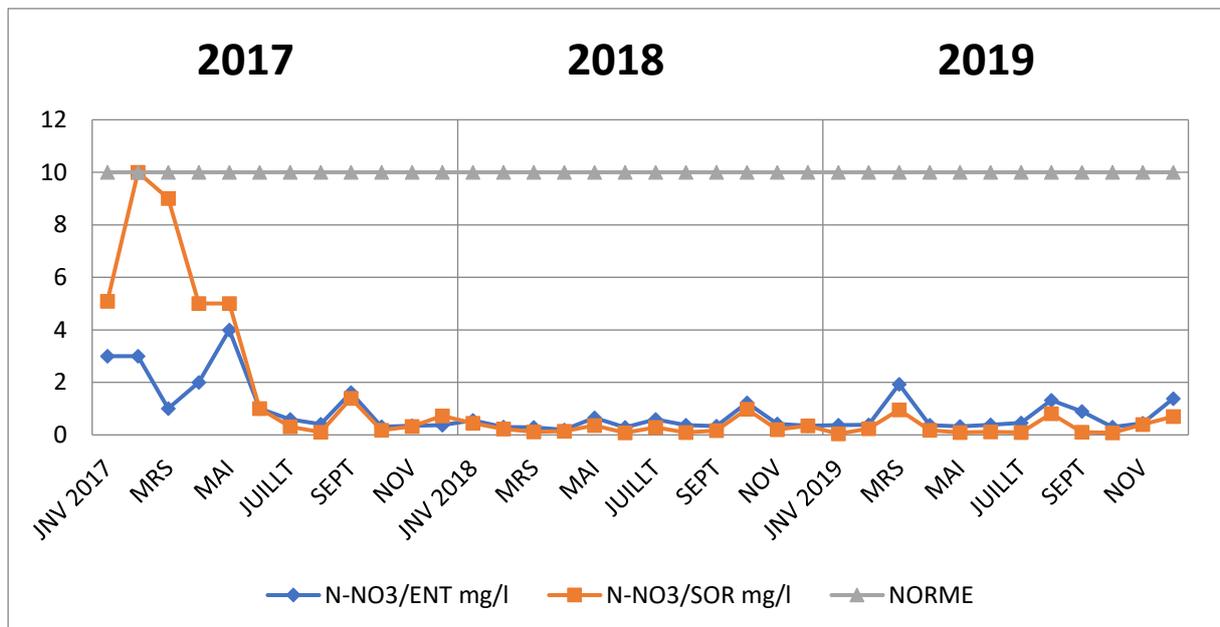


Figure 57: Variation mensuelle de la concentration de la (Nitrate (NO₃-) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/01/2017 au 24/12/2019).

• **Pour l'année 2017 :**

Selon les résultats indiqués sur la figure 57, on n'observe que les valeurs des nitrates Obtenues d'après les analyses, varient entre 0.31 mg /l et 4 mg/l à l'entrée et de 0.1 mg/l à 10 mg/l a la sortie, avec une valeur moyenne de 3.17 mg/l.

On remarque qu'il y a une augmentation de nitrate en eau sortie par a port a l'eau entré surtout dans la période d'hivernale il y a une importante élévation. Les faibles teneurs en nitrates au niveau des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques a essentiellement une origine humaine.

• **Pour l'année 2018 :**

On remarque que les valeurs du (NO₃⁻) varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 0.19 mg/l à un maximum de 1.22 mg/l pour les eaux brutes (soit une moyenne de 0.46 mg/l) et entre 0,08 mg/l et 0.97 mg/l pour les eaux traitées (soit une moyenne de 0.28 1mg/l). Les valeurs des nitrates (NO₃⁻) dans l'eau épurée sont largement inférieures à la limite fixée par l'OMS (soit 10 mg/l).

• **Pour l'année 2019 :**

Selon les résultats indiqués sur la figure 57, on n'observe que les valeurs des nitrates Obtenues d'après les analyses, varient entre 0,3 mg /l et 1.9 mg/l à l'entrée et de 0,04 mg/l à 0.9 mg/l à la sortie, avec une valeur moyenne de 0,31mg/l. Aux normes algériennes qui sont de 10 mg/l.

1) Ortho phosphatés (PO₄⁻³) :

La figure suivante représente la variation d'ortho phosphatés (PO₄⁻³) l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

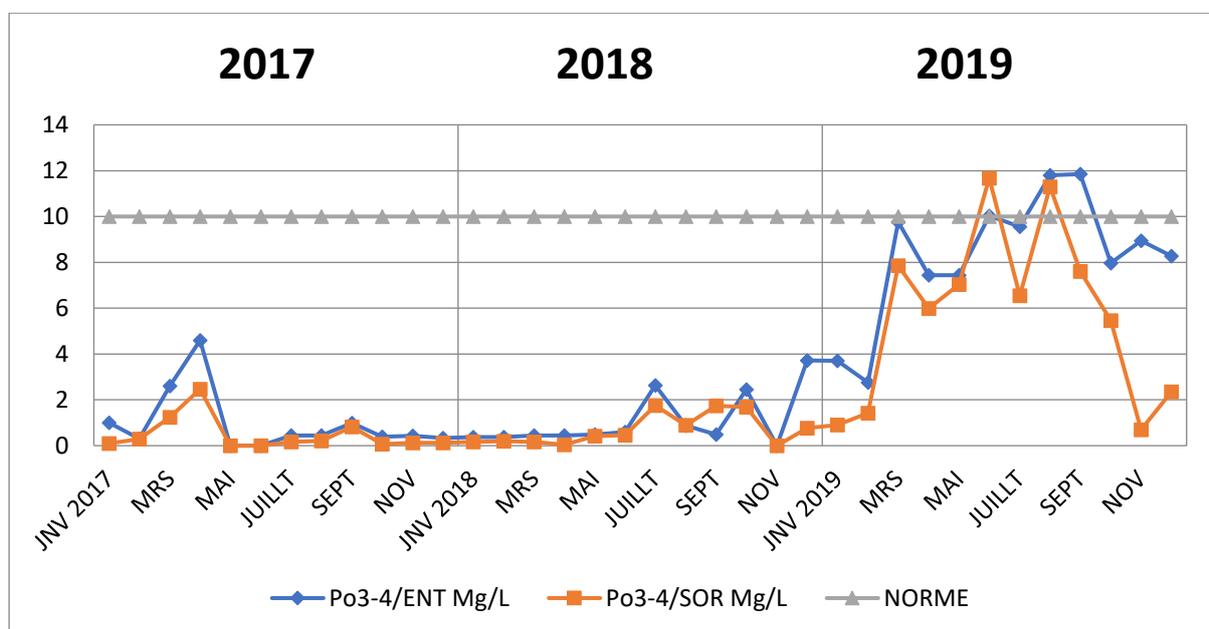


Figure 58: Variation mensuelle de la concentration de la (PO₄⁻³) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 02/01/2017 au 24/12/2019).

• **Pour l'année 2017 :**

D'après les résultats obtenus dans la figure 58 les valeurs des ortho phosphatés (PO₄⁻³) Varient d'un minimum de 0.3 mg/l à un maximum de 4.6 mg/l au niveau des eaux brutes. Concernant les eaux épurées, les concentrations oscillantes entre 0.07 mg/l et 2.47 mg/l, avec Une moyenne de 0.46 mg/l. On remarque que toutes les valeurs entré et sortie ne dépassent pas les normes algériennes et internationales.

• **Pour l'année 2018 :**

La concentration en phosphore à l'entrée de la station révèle des valeurs comprises entre

0.37 mg/l et 3.71 mg/l, alors qu'à la sortie, les valeurs oscillent entre, 0.04 mg/l et 1.75 mg/l, avec une moyenne de 0.69 mg/l.

Les concentrations sont tous inférieurs aux normes (10mg/l).

• **Pour l'année 2019 :**

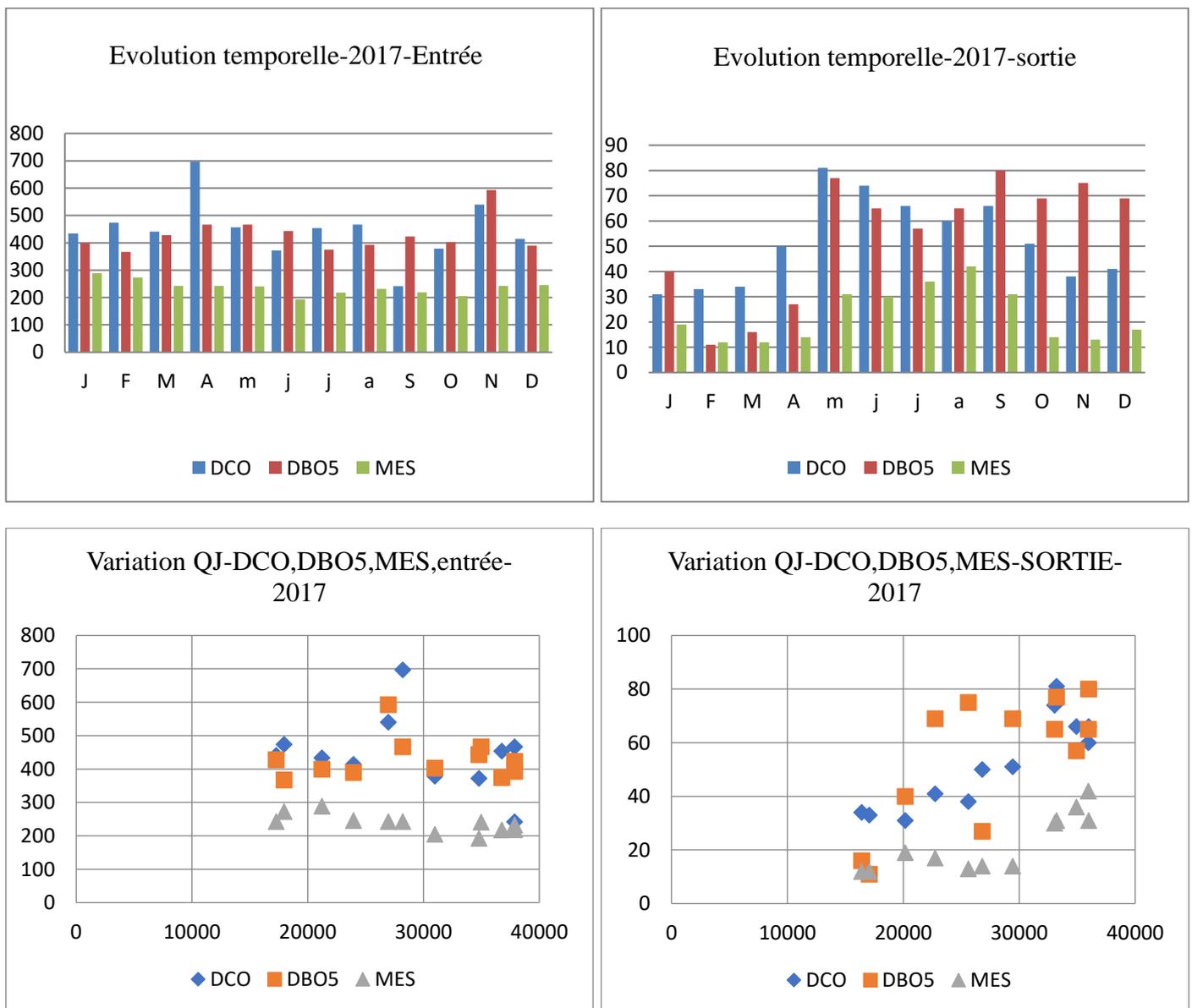
D'après les résultats obtenus dans la figure 58 les valeurs des ortho phosphatés (PO₄₋₃) varient d'un minimum de 2.75mg/l à un maximum de 11.81 mg/l au niveau des eaux brutes.

Concernant les eaux épurées, les concentrations oscillantes entre 0.7 mg/l et 11.67 mg/ l, avec

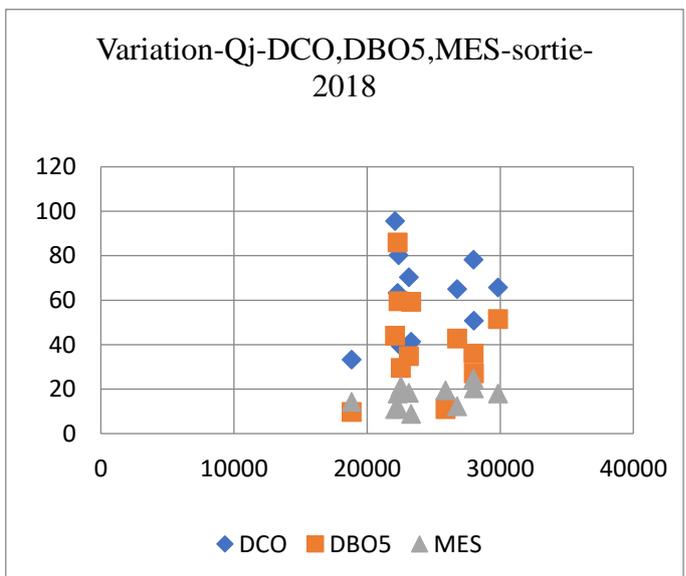
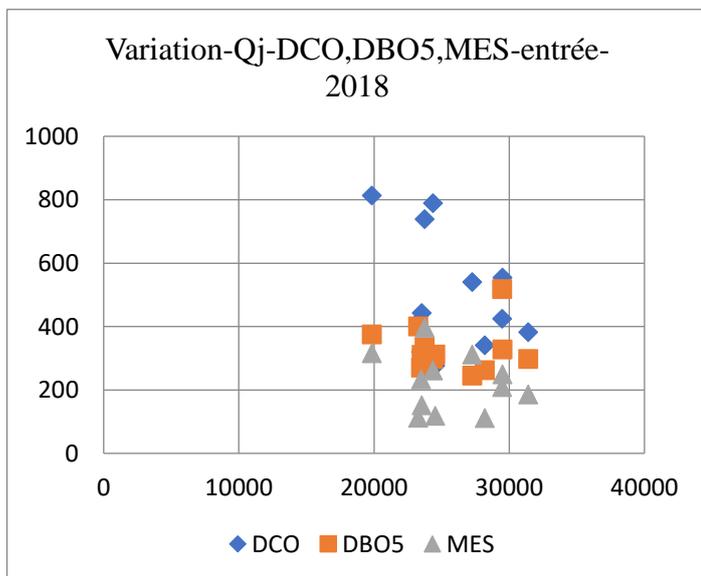
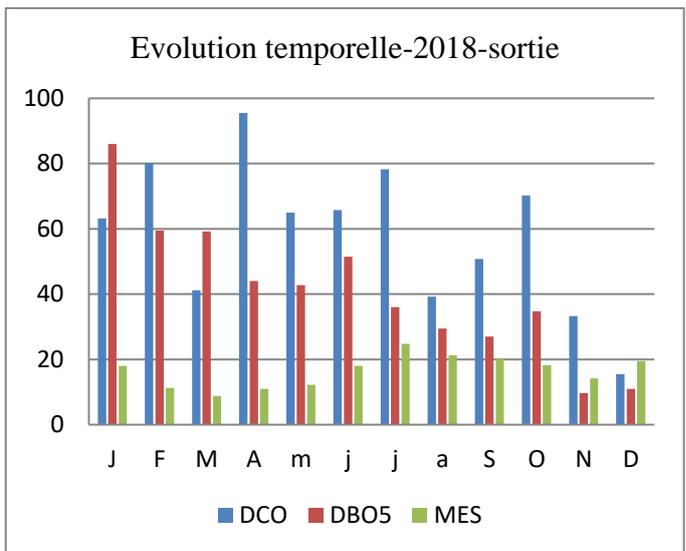
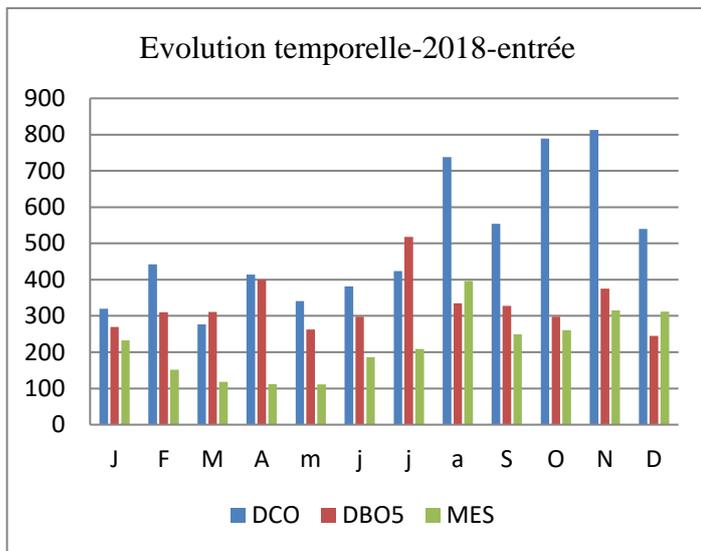
Une moyenne de 5.73 mg/l. On remarque que les mois (juin et Aout) dépassent les normes Algérienne et internationales, parce que le dé phosphatation n'est pas complète dans le bassin D'aération.

m). Interprétation du rendement de la STEP pour la DCO, DBO5 et MES (2017-2018-2019) :

Évolution temporelle des flux des éléments DCO, DBO5 et MES.



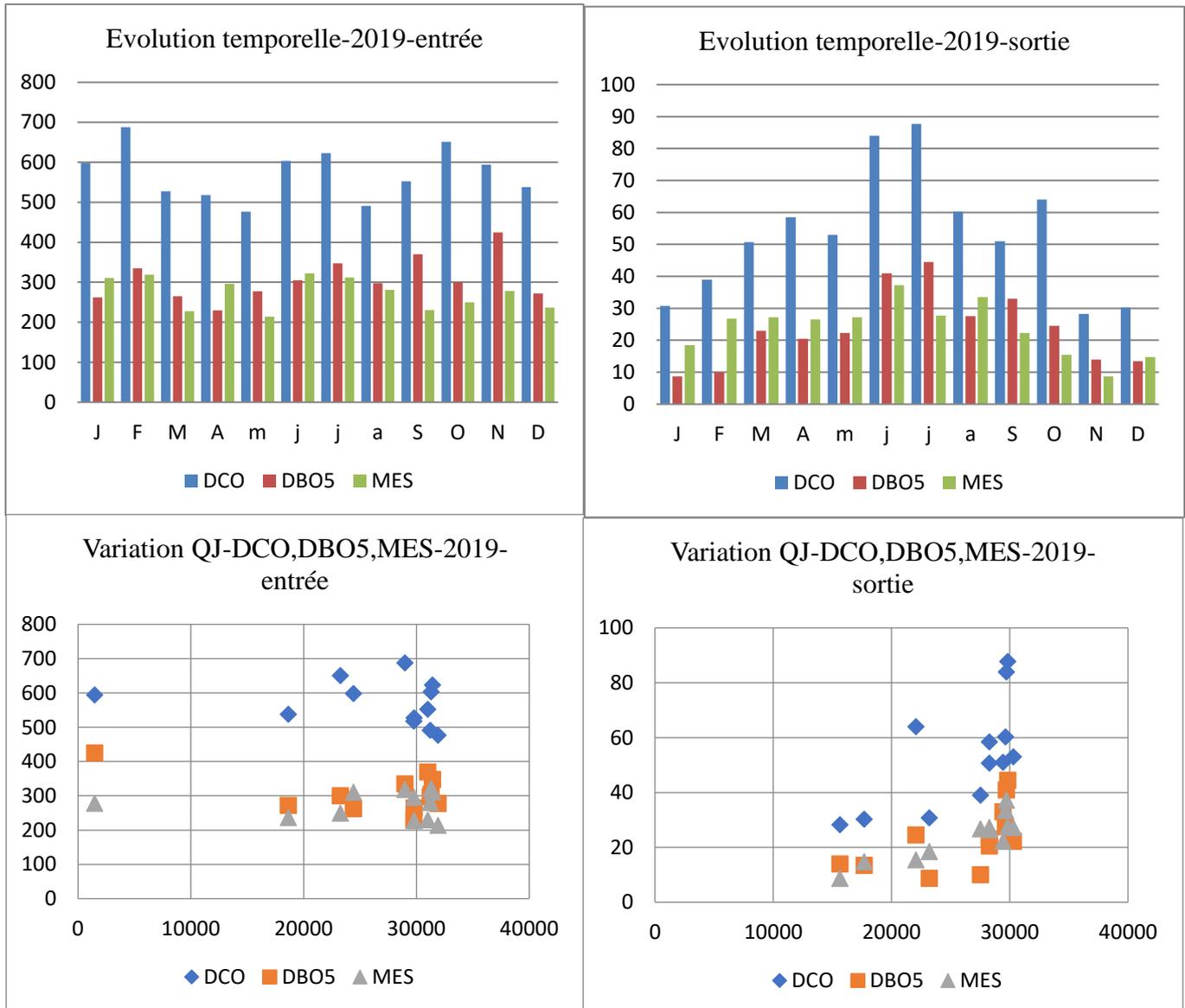
On remarque une nette variation des concentrations depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la STEP des trois éléments traceurs de la pollution à travers les mois de l'année. A l'entrée, les deux mois d'Avril et Novembre ont connus le max de la DBO5 et DCO respectivement, les autres mois les concentrations ont été relativement stables. Alors qu'en sortie, on voit des tendances à la hausse des trois concentrations essentiellement dans les saisons d'Été et d'Automne (saisons de forte consommation en eau). L'année 2017, pour des volumes d'eau traités qui varient entre 20000 et 30000 m³, la DCO et DBO5 ne se comporte pas de la même manière en entrée qu'en sortie. A la sortie, le flux des matières polluantes issues de différentes sources dépend outre la performance de la STEP, des débits journaliers qui vont être véhiculés en sortie.



Pour l'année 2018, les concentrations les plus élevées des trois éléments à l'entrée ont été globalement enregistrées en Été et en Automne. A la sortie les tendances des valeurs maximales se localisent dans les deux autres saisons pour la DCO et la DBO5. Les nuances

observées dans les graphiques donnant la variation des concentrations en fonction du débit mensuel, montrent une nette ascension de la DBO5 sur la DCO par rapport aux conditions d'entrée dans la frange de débit 20000-25000 m³/j.

Ce ci évoque davantage l'influence des débits véhiculés sur le rendement de la STEP.



L'évolution pour l'année 2019 montre en général une variation stable en entrée d'un mois à un autre pour les trois éléments. En sortie la tendance des valeurs maximales apparaît plus précisément en Été. Une nette différence dans la dispersion des points entre les valeurs 25000 et 30000 m³/j. Les flux des éléments se concentrent beaucoup plus dans cet intervalle en sortie selon le débit traité.

n). Rendements de la STEP.

n.1) Demande biologique en oxygène (DBO5)

Ce rapport évalue la biodégradabilité d'une eau usée, c'est à dire la faculté de transformation de là de la matière organique en matière minérale, admissible par le milieu naturel.

Les mesures se rapprochant de 1 du rapport DCO / DBO5 une très bonne biodégradabilité (lait, yaourt).

- De 1 à 2 : eaux usées provenant d'industries agroalimentaires, qui contiennent des éléments dont les bactéries raffolent, se traduisant par une DCO5 élevée.
- De 2 à 3 : les eaux résiduaires urbaines.
- De 3 à 4 : les eaux usées moins facilement biodégradable.
- >4 : Effluent difficilement biodégradable.

Pour notre cas, les valeurs du rapport DCO/DBO sont comprises entre 0.42 et 3.7 et on remarque que quatre pics pour les jours (20/5/2018, 19/08/2018, 27/8/2018, 2/09/2018, 1/10/2018, 27/1/2019, 1/4/2019) avec des valeurs respectives de (3.16, 3.7, 3.02, 3.25, 3.7, 3.08, 3.5) dépassent les normes (3). Dans ce cas, les eaux qui arrivent à la STEP sont des Eaux usées moins facilement biodégradable. Mélangées avec des eaux d'origine industrielle qui sont raccordées au même réseau d'assainissement (réseau unitaire). Pour les valeurs qui restent durant toute cette étude, elles inférieures à 3 ce qui signifie selon (Cardot C, (1999), Génie de l'environnement), l'effluent possède une bonne biodégradabilité.

n.2). Étude du rendement épuratoire :

Les résultats obtenus des rendements épuratoires des trois paramètres chimiques (DCO, MES, DBO5) pour les années (2017.2018.2019) sont présentés dans les graphiques des figures ci-dessous :

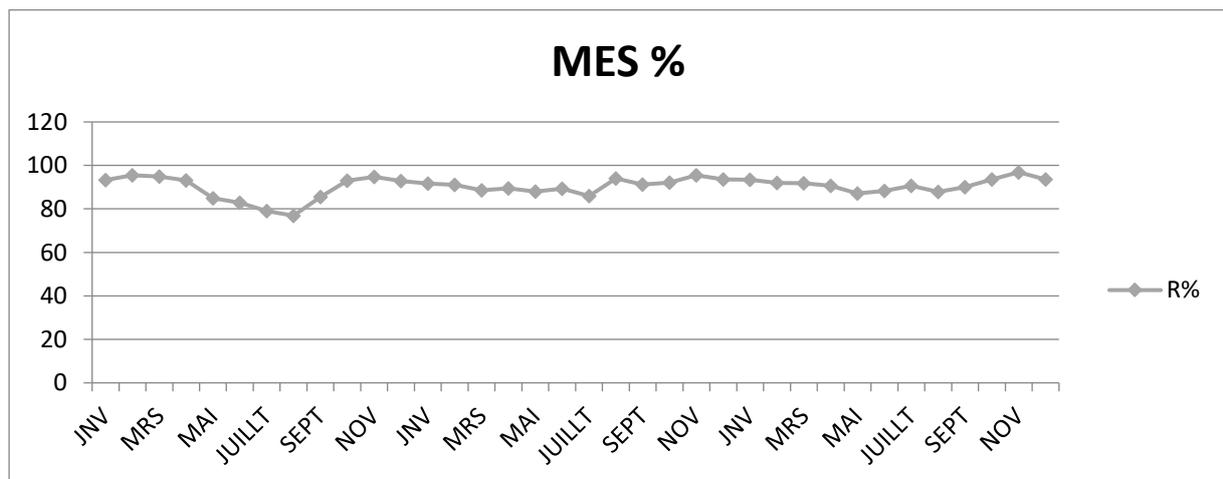


Figure 59: Évolution mensuelle du rendement de MES au cours du temps (2017-2018-2019).

La figure 59 représente La variation des rendements moyens mensuels de MES est en fonction de certains facteurs (la charge organique des effluents, climat, saison etc.). Les valeurs varient d'un mois à l'autre où elles atteignent leur maximum au mois de Novembre 2019 à 96.86% et le minimum au mois d'aout 2017 à 76.87 %.

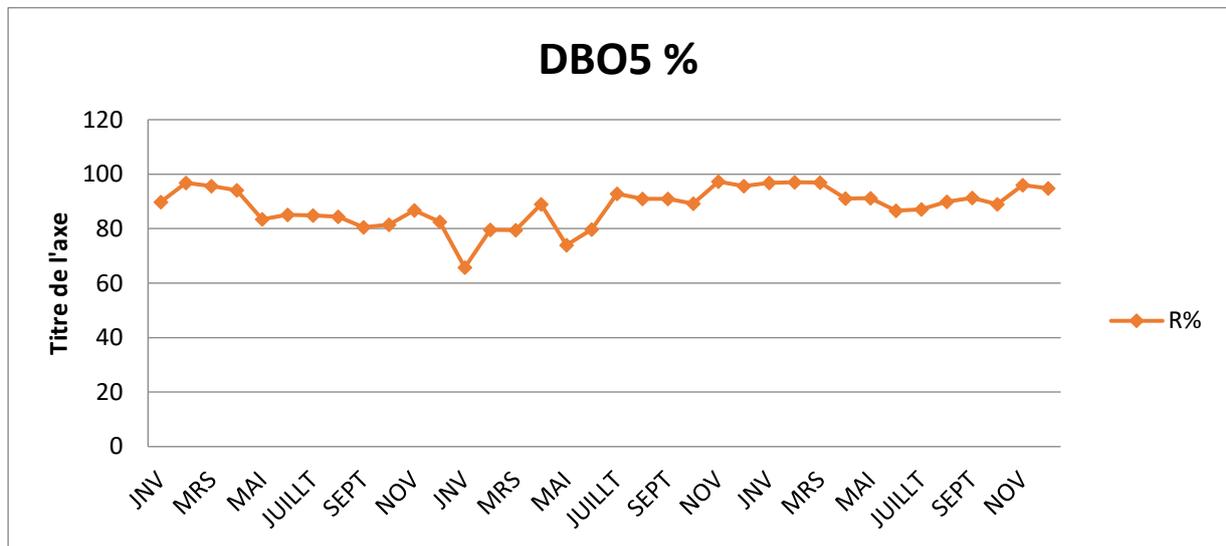


Figure 60: Évolution mensuelle du rendement de DBO5 au cours du temps (2017-2018-2019).

D'après la figure 60 On remarque que Les valeurs de rendement de DBO5 au cours de la durée de notre étude varient d'un mois à l'autre où elles atteignent leur maximum au mois de Novembre 2018 à 97,25 %). Ce qui montre l'efficacité de la station en matière d'élimination de la charge organique biodégradable. La décroissance du taux de rendement moyen au cours de notre étude pourrait s'expliquer par des variations du pH et de la température.

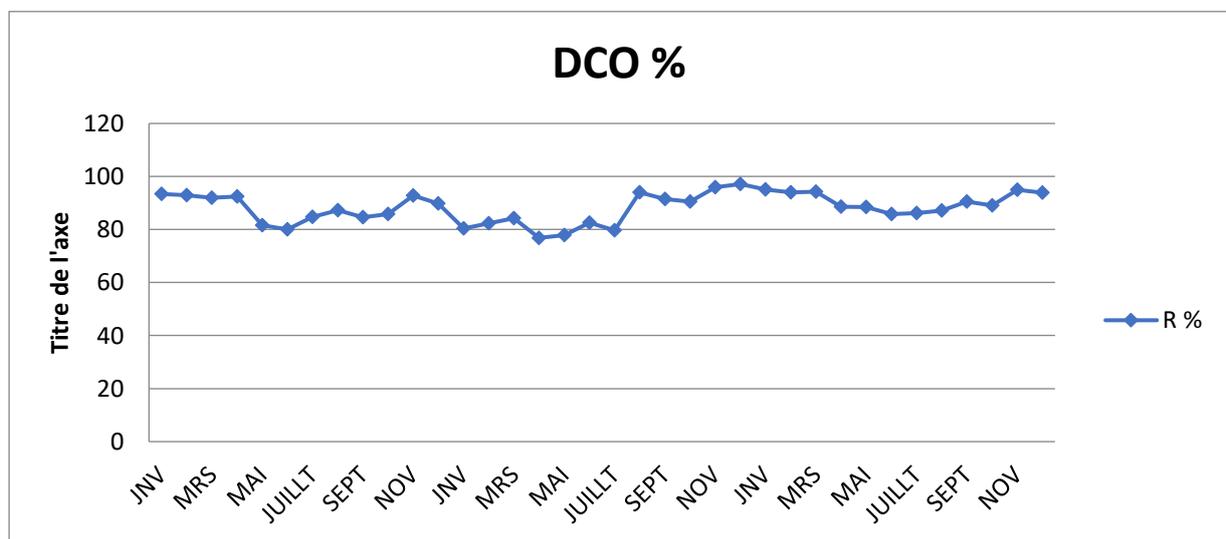


Figure 61: Évolution mensuelle du rendement de la DCO au cours du temps (2017-2018-2019).

D'après les résultats obtenus la Figure 61 on remarque qu'il y a une bonne élimination de la DCO au cours de notre étude avec des rendements moyens qui varient entre 76.84% et 97,14%. Cet important taux d'abattement de DCO est dû à la dégradation des matières organiques dissout dans l'eau usée par la flore bactérienne dénitrifiantes.

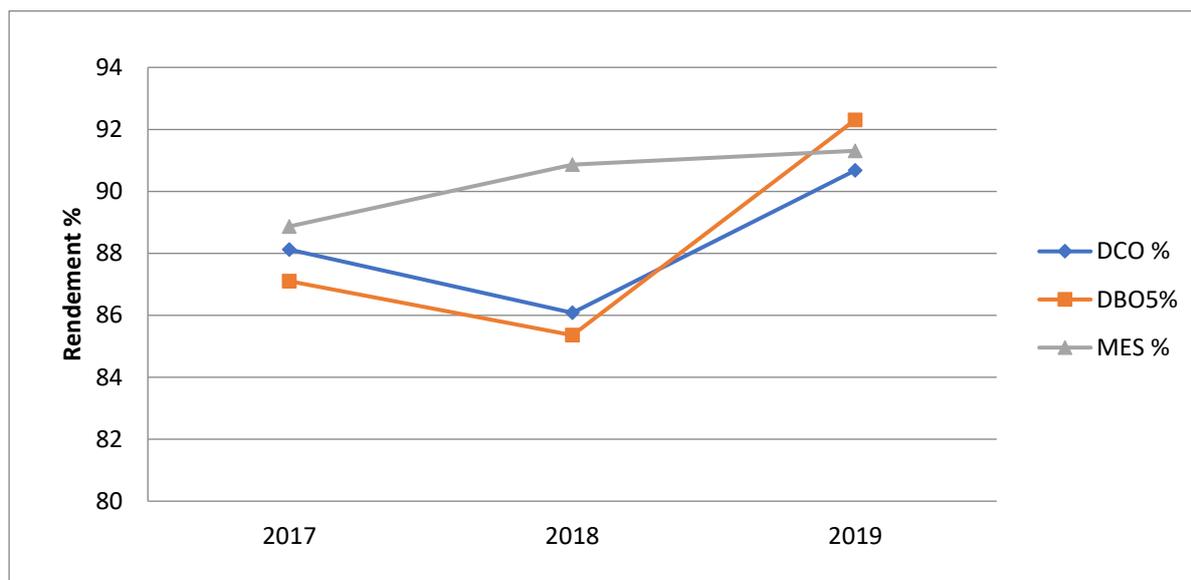


Figure 62: Évolution annuelle du rendement des trois éléments MES, DBO5 et DCO au cours du temps (2017-2018-2019).

V.6. Une corrélation mensuelle entre les trois éléments MES, DBO5 et DCO :

Une corrélation mensuelle entre les trois éléments MES, DBO5 et DCO sur les quel s’est fait les concentrations à l’entrée et la sortie du STEP :

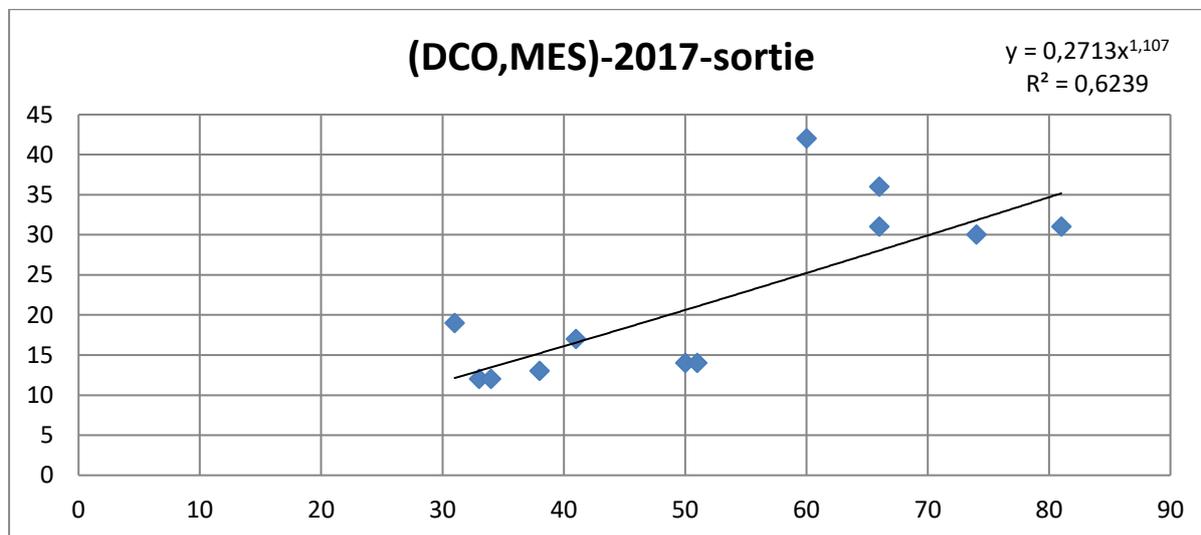


Figure 63: Une corrélation entre la DCO et les MES sur les quel s’est fait les concentrations a la sortie de la STEP pour l’année (2017).

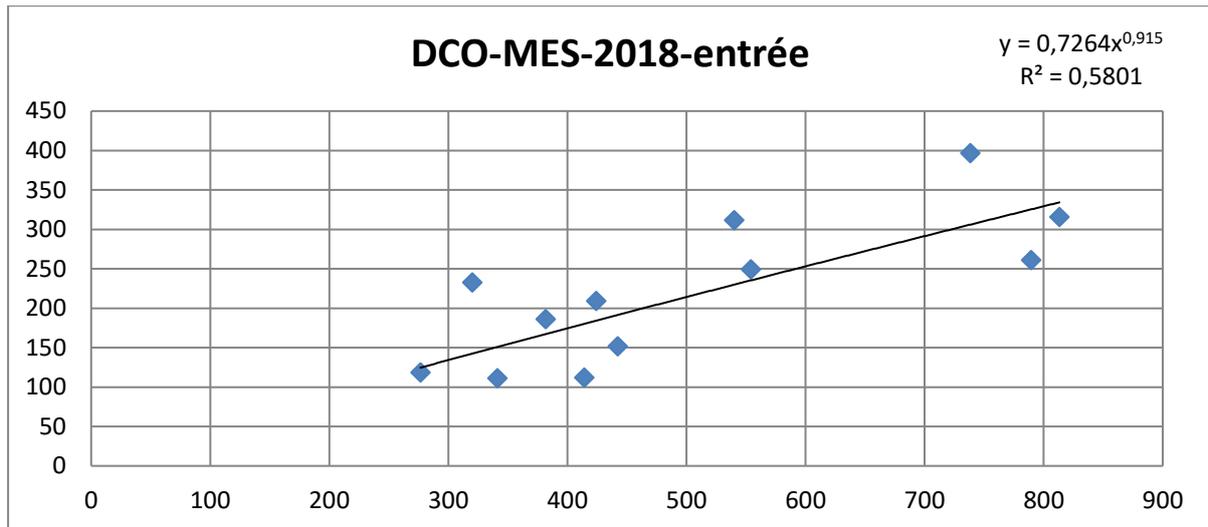


Figure 64: Une corrélation entre la DCO et les MES sur les quel s'est fait les concentrations a l'entrée de la STEP pour l'année (2018).

La figure 63 et la figure 64 Montrent que Les points tombent près de la ligne, ce qui indique une relation linéaire forte entre les variables (concentration de MES et la DCO). La relation est positive car lorsqu'une variable augmente, l'autre variable augmente aussi.

Les matières en suspension rendent l'eau trouble et empêchent ainsi une bonne croissance des plantes aquatiques.

Or, les végétaux aquatiques sont, non seulement une source nutritive importante, mais aussi les producteurs d'une partie de l'oxygène dissous qui se trouve dans l'eau (phénomène de photosynthèse).

Leur moindre développement peut se traduire par une diminution de la quantité d'oxygène dans l'eau (une autre source d'oxygène dissous est l'atmosphère, par transfert gazeux) et entraîner la mort de divers animaux. Ceci explique l'augmentation des concentrations de la demande chimique en oxygène qui permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale.

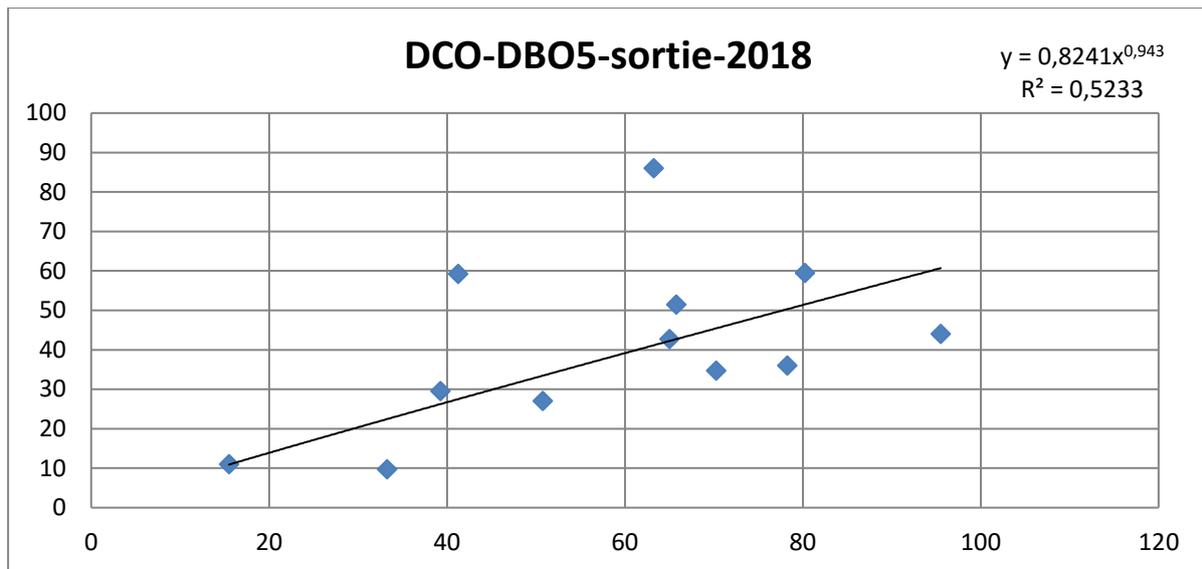


Figure 65: Une corrélation entre la DCO et la DBO5 sur les quel s'est fait les concentrations a la sortie de la STEP pour l'année (2018).

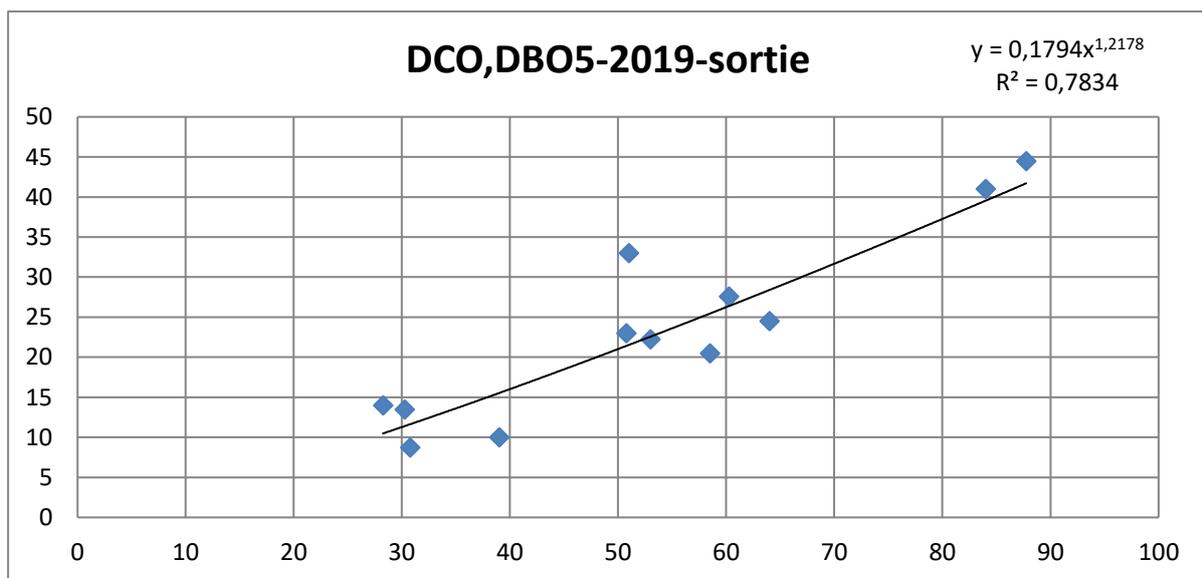


Figure 66: Une corrélation entre les DCO et la DBO5 sur les quel s'est fait les concentrations à la sortie de la STEP pour l'année (2019).

D'après les figures 65 et 66 Qui montrent la corrélation entre MES et la DBO5 sur les quel s'est fait les concentrations. La relation linéaire entre. Les MES et DBO5 avec une valeur de R de 0.52. Pour l'année 2018 et 0.78 pour l'année 2019, Une valeur aussi moyenne signifie qu'à toutes fins utiles il existe de corrélation moyenne entre augmentation de la DCO et augmentation de la DBO5. Cette augmentation est due soit aux rejets sauvages (huileries, le rejet industriels qui sont raccordées au même réseau d'assainissement).

Conclusion :

D'après les résultats obtenus on remarque que la STEP de Maghnia (legfef) donne dans la plupart des cas de bon résultat qui sont conforme à la norme algérienne.

L'étude du rendement de la STEP nous montre qu'en plus des normes d'épuration suivies, certains paramètres révélateurs de la pollution comme la DCO et la DBO5 sont fortement influencés par les quantités d'eau traitées et la présence d'autres éléments traceurs dissous.

Cette approche a permis de mettre en évidence la sensibilité de traitement de ces éléments et la forte nuance des flux d'une année à une autre durant la phase d'épuration surtout en sortie de la STEP.

L'élimination de MES et de la DBO5, DCO, avec des rendements proches respectifs pour les années 2017 et 2018 et 2019 (88.86 %, 87.09 %, et 88.11 % pour 2017 et 90.85%, 85.35%,86.07% pour 2018). Ont enregistrés pour l'année 2019 les meilleurs taux d'abattement des matières polluantes de la station sont de l'ordre (91.30%, 92.30%, 90.67%). Ces taux montrent le bon fonctionnement de la STEP de Maghnia (legfef) qui est un procédé chimique et biologique.

Recommandations

Recommandations

1- Qualité des eaux d'Oued Mouilleh et de barrage de Hammam Boughrara :

a) Qualité des eaux d'Oued Mouilleh :

Les analyses du tableau ci-dessus, effectuées en 2018 par l'équipe du laboratoire de l'ANRH, Lac digue Mouilleh, signalent des teneurs élevés par rapport aux valeurs limites : Nitrites (No2), Ammonium (NH4), Phosphates, DBO5, DCO, sur les prélèvements effectués sur le lac indique. Ces valeurs montrent que l'oued est encore pollué par ces éléments qui en principe par la mise en service de la STEP d'Oujda seront neutralisés.

La STEP d'Oujda fonctionne par lagunage aéré sur 40ha pour le traitement d'environ 40000m³/jour soit 95% de la population.

Tableau 55: Les analyses physicochimique d'Oued Mouilleh pour l'année 2018

Mois	T° eau	Débit	O2 dissous	Saturation	NO2	NO3	NH4	PO4	P Total	DCO	DBO5	MO
	C°	l/s	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Janvier	12	/	2,8	26,9	0,5	2	50	16,75	18,85	238	67,8	46
Février	14	/	2	20	0,02	1	85	20,65	21,95	202	52,7	42,5
Mars	15	/	5,8	59,4	3,6	5	54	12,45	15	179	47,6	32,5
Avril	19	/	5,9	65,5	13	26	44,5	16,05	17,45	150	45,7	25
Mai	21	/	4,8	55,3	2,5	1	84	11,25	13,3	205	58,1	36
Juin	23	/	8	95,5	0,2	7	42,5	10,9	11,65	198	80,4	50
Juillet	26	/	4,8	60,1	0,55	6	53	10,8	13,95	198	64,4	37,5
Aout	29	/	5,6	73,29	1,7	4	56	12,1	14,3	99	32,6	33,5
Septembre	25	/	6,6	81,4	1,3	2	45,5	13,65	16,6	181	58,2	28
Octobre	23	/	6,8	81,1	8	19	83	14,5	16,4	217	65,1	30
Novembre	16	/	8,2	85,5	2,4	15	59	8,65	13,8	100	30,7	25

ANRH :2018

L'observation des paramètres physicochimiques montre :

- La DBO5 signale une forte teneur par rapport aux normes admises (35mg/l).
- La DCO dépassent ainsi la valeur limite (120mg/l).
- Les Nitrates sont très faibles voir négligeables, elles ne dépassent pas 8mg/pour (Janvier, Février, Mars, Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre). Sachant que le maximum enregistré en Avril, la valeur limite admise et de (50mg/l).
- Les nitrites dépassent les normes qui sont de l'ordre(0.1mg/l).
- L'ammonium a un taux très élevé par rapport à la valeur maximale qui est limité à ((0.5mg/l).

Recommandations

Conclusion :

Les résultats d'analyses des eaux prélevées à l'entrée du lac (seuil) d'Oued Mouilleh nous indiquent une forte pollution en éléments azotés et phosphatés, aussi nous pouvons dire que la pollution au niveau de lac est essentiellement urbaine.

b) Qualité de l'eau brute à l'entrée du barrage :

Le tableau suivant représente les analyses physico chimiques 2018 de l'eau brute à l'entrée du barrage.

Tableau 56 : les analyses physico chimiques 2018 de l'eau brute à l'entrée du barrage.

Mois	PH	T° (C)	Turb (NTU)	Cond (µs/cm)	Couleur Pt,Co	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Fe (mg/l)	Fe t (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	Al (mg/l)	Cu (mg/l)	Mn (mg/l)
Janvier	7,85	14,3	3,11	1915	/	1,9	4,33	/	/	0,101	/	0,14	0,071
Février	7,91	12,9	3,26	1405	/	1,66	2,75	0,06	/	0,115	/	/	/
Mars	7,82	15,3	5,04	1531	/	0,78	1,42	0,13	0,01	0,134	0,004	/	0,037
Avril	7,78	14,2	4,32	1431	/	0,82	0,42	/	0,08	0,026	0,01	/	0,05
Mai	7,92	16,5	2,49	1669	62	1,35	0,97	/	0,13	0,194	/	/	0,11
Juin	7,78	18,6	2,24	1828	38	2,26	1,29	/	0,06	0,068	/	/	0,14
Juillet	7,8	20,2	1,69	/	/	1,91	1,78	0,09	0,07	0,249	/	/	/
Août	7,89	22,3	2,36	/	/	1,92	2,11	0,01	0,04	0,116	/	/	/
Septembre	7,86	20,6	1,89	/	111	2,19	3,02	/	0,09	0,088	/	/	/
Octobre	7,9	20,8	6,62	/	/	2,9	2,08	0,07	/	0,076	/	/	/
Novembre	7,8	18	4,33	/	/	/	0,91	/	/	0,111	/	/	/
Décembre	7,82	16,1	3,28	/	/	2,02	1,67	/	0,12	0,209	/	/	/

ANBT :2018

L'observation des paramètres physicochimiques montre :

- L'ammonium a un taux très élevé par rapport à la valeur maximale qui est limité à ((0.5mg/l).
- Les nitrites dépassent les normes des rejets pour (Février, Mars Mai, Juillet ; Décembre) qui sont de l'ordre(0.1mg/l).
- Le taux de fer totale est inférieur à la norme de rejet 3mg/l.
- Le taux de manganèse est inférieur à la norme de rejet 1mg/l.

c) Qualité des eaux de barrage Boughrara :

Dans le but d'établir une relation entre l'évolution des différents paramètres physicochimiques et l'état du remplissage du barrage Hammam Boughrara, des graphes de comparaison ont été établis entre l'évolution de certains paramètres et l'évolution du volume d'eau stocké dans le barrage durant l'année 2018.

Ci-dessous la présentation des résultats de la comparaison :

Recommandations

- **Résidus Sec :**

La mesure de Résidu sec constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau. Les valeurs moyennes mensuelles enregistrées, montrent des variations (fig67). On remarque que la salinité augmente avec la diminution du volume d'eau dans le barrage de Hammam Bouhrara où on a enregistré une teneur en R.sec égale à 1,58 g/l alors que le volume d'eau était de 160.073 hm³ durant les mois d'octobre et novembre 2018. Cette minéralisation excessive est attribuée aux eaux usées des agglomérations situées en amont du barrage.

D'autre part, on constate une salinité moyenne pendant les 10 mois de l'année suite à une amélioration de l'état de remplissage du barrage, l'explication de cette diminution réside dans le phénomène de la dilution.

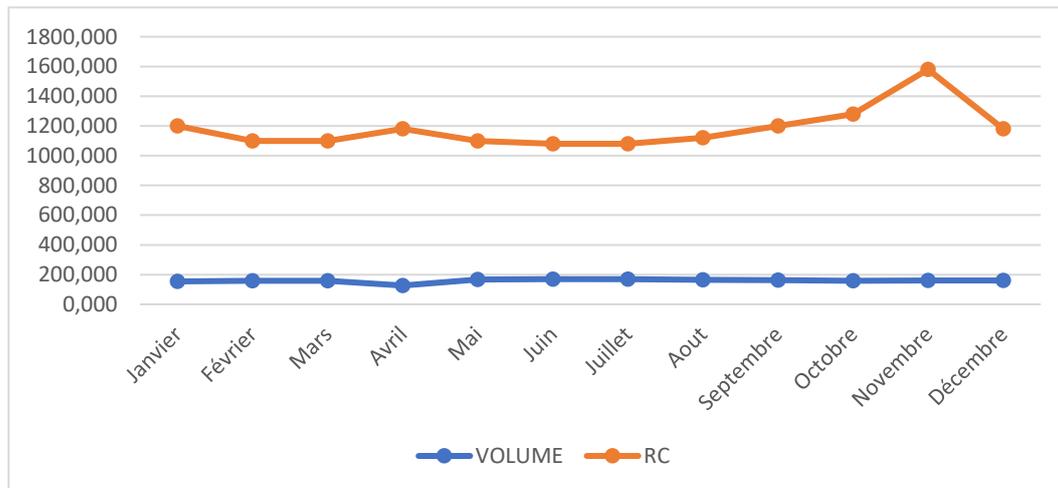


Figure 67 : Évolution des résidus secs en fonction des apports du barrage Hammam Bouhrara

- **DBO5 :**

L'évolution de la teneur des eaux du barrage en DBO5 par rapport à l'état du remplissage est inversement proportionnelle, ce qui montre une dilution de la pollution pendant la période pluvieuse de l'année 2018(fig68).

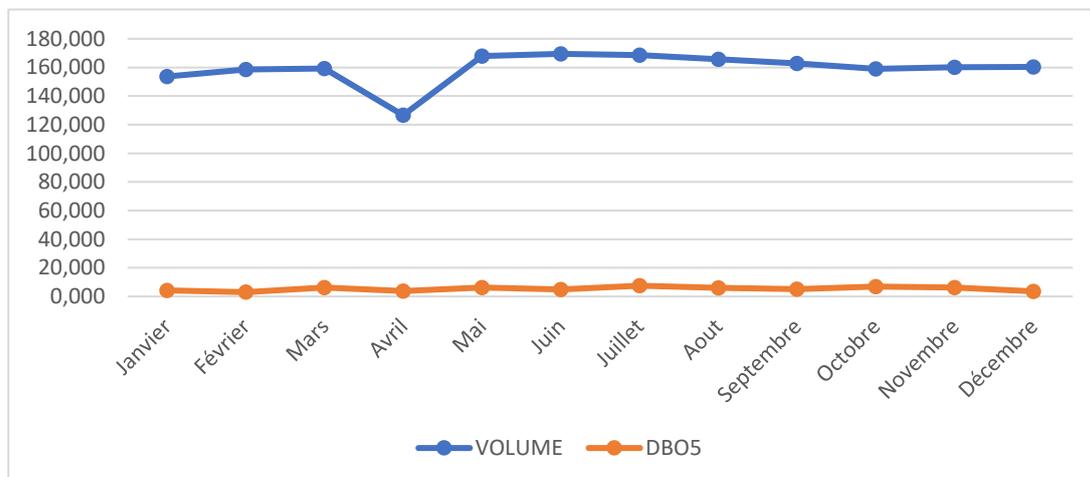


Figure 68 : Évolution de la demande biologique en oxygène et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Bouhrara

Recommandations

- **DCO :**

La demande chimique en oxygène, ou DCO, est l'un des paramètres de la qualité d'une eau. Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique contenue dans une eau (fig69). Les teneurs en DCO enregistrées au niveau du barrage pendant l'année ne dépassent pas les normes. Elle s'exprime en milligramme par litre (mg/l) d'oxygène et correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques présentes dans un le barrage.

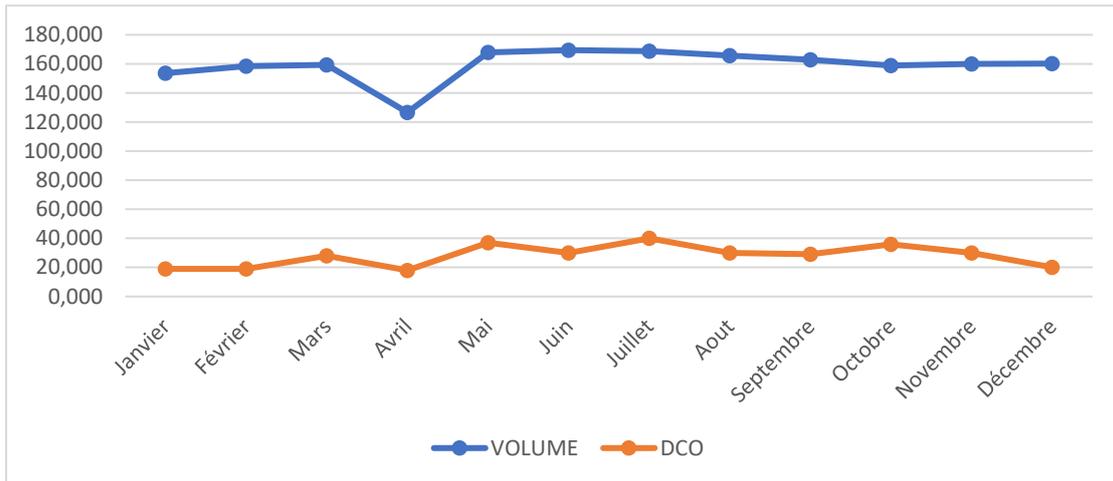


Figure 69 : Évolution de la demande chimique en oxygène et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Boughrara.

- **Les Nitrates :**

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux (fig70), proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant.

Les teneurs en nitrates dans le barrage montrent une forte variation liée à l'amélioration du taux de remplissage du barrage pendant la période humide de l'année, les nitrates peuvent être attribués aux rejets d'eaux usées qui n'ont fait l'objet d'aucun traitement préalable.

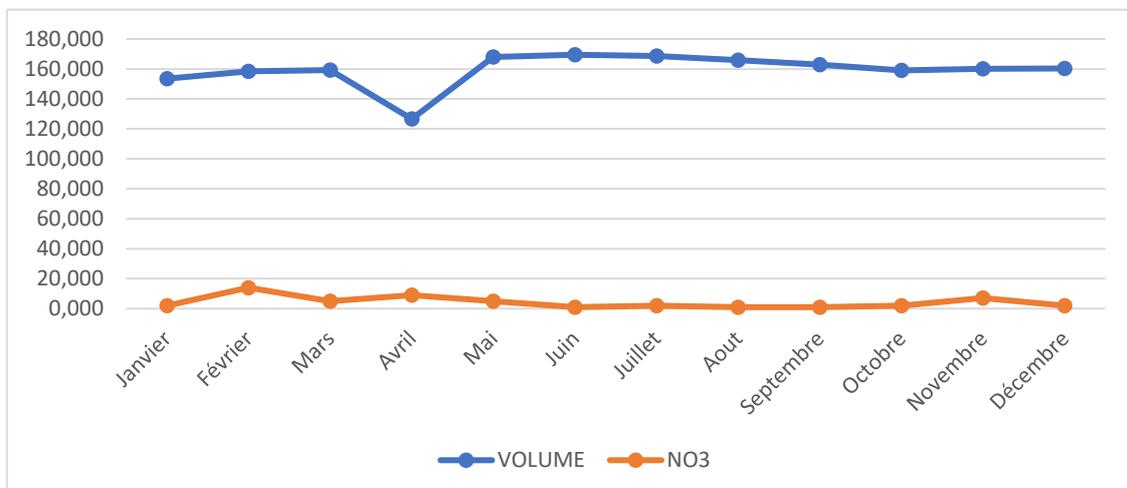


Figure 70 : Évolution des nitrates et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Boughrara.

Recommandations

• Le Phosphore :

Le phosphore, l'un des nutriments importants, peut se trouver sous différentes formes oxydées. Il représente un élément biogène indispensable à la croissance des algues. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation (étouffement de la vie aquatique). Ces substances sont normalement générées par la minéralisation de la matière organique. Toutefois, présentes en trop grande quantité suite à des rejets intensifs.

La teneur en ortho phosphates dans l'eau est faible (de 0 à 0,2 mg/L). Les rejets domestiques (assainissement) et d'activités agricoles (engrais phosphorés) sont des sources supplémentaires d'ortho phosphates.

Ces apports d'origine humaine peuvent faire augmenter sensiblement leur concentration dans l'eau.

Il y a une relation inversement proportionnelle entre la teneur du paramètre PO₄ et le volume d'eau du barrage, ce qui montre l'effet de dissolution de la pollution avec l'augmentation du volume. (Fig71)

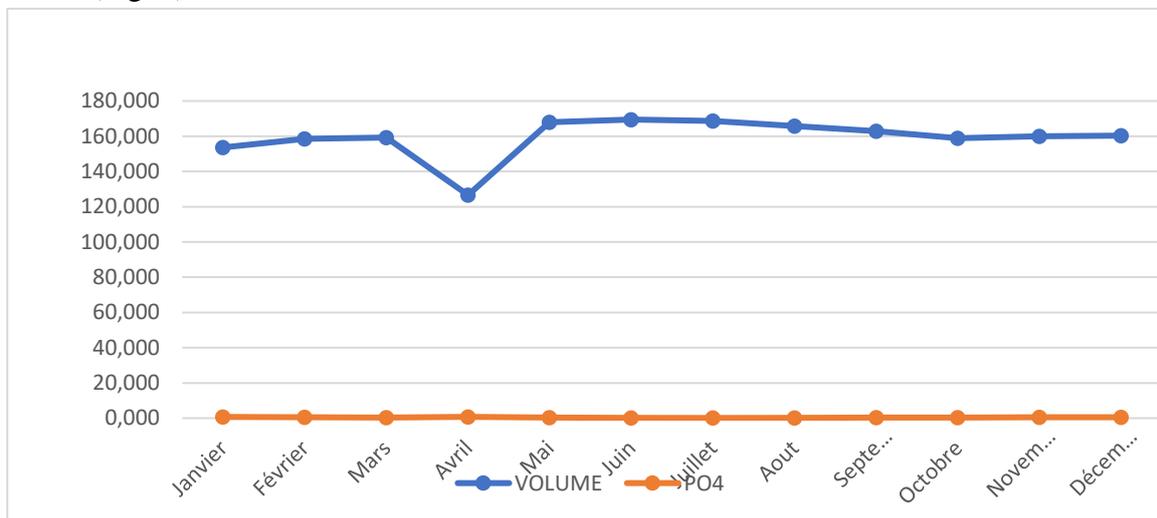


Figure 71 : Évolution des ortho phosphates et du volume d'eau dans le barrage de Hammam Boughrara.

Conclusion :

Les paramètres moyens annuel (évolution de la qualité des eaux) montrent que les eaux du barrage Hammam Boughrara présentent une mauvaise minéralisation exprimée en résidus secs durant toute l'année : la salinité des eaux du barrage est élevée (résidus sec= 1580 mg/l), le taux des résidus secs dans l'eau permet de peser la teneur en matières dissoutes et la teneur en matières en suspension provenant essentiellement des rejets domestiques et industriels dans la région.

Pour la DBO₅, elle représente des valeurs inférieures à 10 mg/l, donc relativement faibles, les eaux sont de qualité acceptable selon la grille ANRH.

Les résultats obtenus pour la DCO constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables, selon la grille les eaux sont de qualité acceptable.

Les eaux du barrage présentent aussi une mauvaise qualité exprimée en ammonium, nitrite et phosphate, les teneurs sont dues à l'oxydation de la matière organique azotée et à l'utilisation

Recommandations

irrationnelle des engrais. L'origine de cette pollution est due aux apports des polluants provenant des rejets d'eaux usées urbains.

Le barrage Hammam Boughrara nécessite une intervention immédiate, et un procédé de traitement très poussé car son eau est destinée à l'AEP.

2- perspectives et recommandation pour diminuer la pollution des eaux :

A la fin de ce chapitre, nous présentons quelques suggestions qui permettraient de réduire la pollution de toutes sortes.

En matière de pollution industriel :

- Nous suggérons de placer des stations d'épuration au niveau des usines, gérées par les autorités concernées en contrepartie réduisant ainsi les taxes sur les usines au profit des ingénieurs de laboratoire.
- Mettre en place des programmes d'assistance aux usines qui les aident à se conformer aux lois et ainsi à réduire les émissions des rejets.
- Encourager la création d'un laboratoire interentreprises pour l'autosurveillance et le suivi dans les stations d'épuration

En matière de pollution agricole :

- Traitement des déchets animaux.
- Utiliser des engrais sans azote pour que les plantes absorbent facilement.
- Fabriquer des engrais respectueux de l'environnement au moindre coût pour les agriculteurs.
- Encourager l'utilisation d'engrais moins toxiques en leur fournissant une ou deux fois par an gratuitement.

En matière de pollution urbain :

- L'utilisation de technologies modernes dans le traitement, comme le traitement à l'ozone, le traitement à l'ozone est plus efficace à moindre coût.
- Utilisation de la technologie du combustible à cellules microbiennes, cette technique traite l'eau contaminée et produit en même temps de l'énergie électrique à l'aide de bactéries.
- L'épuration avec des plantes, Cette technique est suggérée en étant naturelle et efficace.
- Intervention immédiate pour réparer la partie cassée du canal principal de la station.

Pour le Barrage :

- Un programme d'action pour la protection du barrage de Boughrara devrait être mis en place en concertation avec tous les acteurs et avec l'appui des différents départements ministériels.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Notre étude porte sur le bassin versant de l'Oued Mouilleh, le principal vecteur des charges de pollution résultant des activités urbaines et agricoles aussi bien sur le territoire Algérienne que Marocain. De plus nous avons présenté ce travail afin d'étudier le rendement de la STEP de legfef à Maghnia (NW-Algérie).

L'étude physique et topographique du bassin versant d'Oued Mouilleh montre qu'il est bien organisé. Son altitude moyenne est de 751m.

L'analyse litho stratigraphique et tectonique des différentes formations géologique montre que les niveaux qui présentent un intérêt hydrogéologique dans la région sont :

- Calcaires de lias
- Dolomies de Terni et de Tlemcen.
- Grès de Miocène.
- Les alluvions Plio-quadernaire.

L'étude piézométrique montre un écoulement des eaux du Sud vers le Nord et du Nord-Ouest vers le Sud-Est et une alimentation de la nappe de Zriga par la formation jurassique au Nord et au Sud par la frontière Algéro-Marocaine. Dans la zone Sud, l'alimentation principale provient des affleurements jurassiques des Monts de Tlemcen. Ceci confirme l'importance du déversement des nappes jurassiques qui se mettent en charge vers la plaine de Maghnia.

L'étude climatologique montre que région présente un climat semi-aride, presque aride avec des influences méditerranéennes et montagnards.

L'étude des rejets de déferant type montre que le taux élevé de rejets émis par l'agglomération d'Oujda et de Maghnia constitue une aggravation de la détérioration de la situation, nous n'oublions pas non plus les rejets industriels et ce qui est dangereux, Et l'utilisation de ces rejets dans l'irrigation agricole en plus des engrais phosphatés qui nuisent aux eaux souterraines et les eaux du barrage.

Pour cela ça nécessite une intervention immédiate pour réduire cette pollution.

La station d'épuration de Maghnia est considérée comme l'unique station de la région. D'après les résultats obtenus , on remarque que L'analyse de l'évolution du taux de rendement épuratoire de chacun des trois paramètres chimiques à savoir la DCO, MES et la DBO5 et qui sont respectivement pour les années 2017 et 2018,2019 (88.11 %, 88.86 %, et 87.09 % pour 2017 et 86.07%, 90.85%, 85.35% pour 2018 et 90.67% ,91.3%,92.30% pour année 2019 ,donc la STEP de Maghnia donne de bon rendement épuratoire surtout pour année 2019, en raison de la rupture du canal principal à l'entrée de la station, qui réduit la pression d'écoulement.

Notre approche d'étude du rendement de la STEP quant au comportement des trois éléments choisis traceurs de la pollution à savoir DCO, DBO5 et MES, a révélé nette variabilité mensuelle pour les années 2017, 2018 et 2019 où les données ont été disponibles. En effet le rendement quantitatif et qualitatif dépend des volumes d'eau à traiterait des performances de la station, les éléments indicateurs sont interdépendants et influence la qualité d'eau à la sortie après traitement.

CONCLUSION GENERALE

Le coefficient de biodégradabilité des effluents montre qu'elles inférieures à 3 ce qui signifie selon (Cardot C, (1999), Génie de l'environnement), l'effluent possède une bonne biodégradabilité. Les résultats d'analyses d'Oued Mouilleh indiquent une forte pollution en éléments azotés et phosphatés, aussi nous pouvons dire que la pollution au niveau de lac est essentiellement urbaine. La qualité de l'eau du barrage Hammam Boughrara se dégrade. L'origine de cette pollution est due aux apports des polluants provenant des rejets d'eaux usées urbains et au processus d'eutrophisation. Le barrage Hammam Boughrara nécessite une intervention immédiate, et un procédé de traitement très poussé car son eau est destinée aussi à l'AEP.

Références bibliographiques

- **A.B.H.** (2019). -Rapport Suivi quantitatif & qualitatif de la ressource en eau Bassin de barrage de Hammam Bouhrara établi par agence de bassin hydrogéologique Oran-Chott Chergui, P20.
- **ABDALLAH, S. A. L. A. H., & ABDELKADER., B. O. U. S. T. A.** -Traitement statistique des données analytiques du Horst de Ghar Roubane (Doctoral dissertation).
- **AMEUR. M., SAAD.F.(1990)** -Etude hydrogéologique de la plaine de Maghnia. Mém. Ing. Univ. Oran. 192p.
- **ANONYME (C).** (2011). - Rapport sur les forages et les puits de la plaine de Maghnia, Subdivision d'hydraulique de Maghnia, service d'alimentation en eau potable.
- **ANONYME (D).** (2011). -Rapport sur l'irrigation par les eaux usées, Subdivision d'hydraulique de Maghnia, service d'OPI.
- **ANONYME (E).** (2011). -Etude sur les potentiels de biomasse dans la région de l'Oriental, Rapport Final - Version Préliminaire, P198.
- **ANONYME (F).** (2019). -Document réalisé dans le cadre du projet : « Support au Plan Communal d'Oujda pour la bonne gouvernance et la gestion durable de l'eau » financé par la Ville de Barcelone.P50.
- **BABA-HAMED.K.** (2007). -Hydrodynamique et modélisation d'une nappe alluviale, validation par l'approche géostatistique, application a la nappe de Maghnia. Thèse Pour l'obtention du titre de doctorat d'état. En Géologie appliquée ; Option hydrogéologie.
- **BAHA, SOUAD., AND FATIMA BENSARI** (2014). -Epuraton des eaux usées domestiques par les boues activées : Etude de la performance de la STEP d'Ain Houtz dans la wilaya de Tlemcen. Diss. 2014.
- **BEKHTI. H., & NOUAR, S** -Etude des indicateurs de performance dans les services d'assainissement cas de Gut (doctoral dissertation).
- **BEKHTI. HASSIBA., AND SOUMIA NOUAR** -Étude des indicateurs de performance dans les services d'assainissement cas de Gut. Diss.
- **BENELMOUAZ., ALI** (2015) -Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. Diss. 2015.
- **BENEST. M.** (1982). - Importance des décrochements sénestres (N-S) et dextres (E-W) dans les Monts de Tlemcen et de Daïa (Algérie occidentale). Revue de Géologie dynamique et de Géographie Physique. Vol. 23, Fasc. 5. P345-362. Paris.
- **BETHEMONT. J.,** (2001) – Le monde méditerranéen. Thèmes et problèmes géographiques. Éd. SEDES, Paris, 320 P.
- **BONNET. P. (1966).** -La plaine de Maghnia : les réservoirs et nappe jurassique.
- **BONNET. P. (1967).** -Hydrogéologie de la plaine de Maghnia (nappe Plio-Quaternaire)
- **BOUABDALLAH.N.** (2006). -Etude des apports au niveau du bassin versant de Barrage Hammam Bouhrara. Mem P.F.E du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique. Faculté des séances, UAB, Tlemcen.

- **BOUANANLA.** (2004). -Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW – Algérie). Hydrologie, transport solide et modélisation. Thèse Pour l'obtention du titre de doctorat d'état. En Géologie appliquée ; Option hydrogéologie.
- **BOUDIEB H., BRAIK F.** (2003). -Etude hydro-chimique des eaux de la plaine de Maghnia (NW algérien). Mem Ing, Univ Tlemcen, Tlemcen.
- **CASTANY. G.** (1980). -Principe et méthode de l'hydrogéologie. Edition Dunod
- **CASTANY. G.** (1980). -Principe et méthode de l'hydrogéologie. Edition Dunod
- **CSHPF.** (1995). - Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eaux ;
- **D.R.E. W. TLEMCEN.** (2009). -Etude de l'unification des rejets des eaux usées et enquêtes sur les rejets industriels de Maghnia, Mission 2-3, enquêtes sur les rejets industrielles. P120.
- **D.R.E. W. TLEMCEN.** (2009). -Etude de l'unification des rejets des eaux usées et enquêtes sur les rejets industriels de Maghnia, Mission 2-3, enquêtes sur les rejets industrielles. P120.
- **D.R.E.W. TLEMCEN.** (2003). -Etude de dépollution du barrage de Hammam Boughrara wilaya de Tlemcen. Rapport scientifique établi par E.N.H.P.O,
- **DAFRI A.** (2008). -Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Mémoire de Magister N°308 ; en microbiologie appliquée, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, 60p.
- **DAGET., PH.** (1977). – Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. Revue Végétation, Vol. 34, n° 1, p.p. 1-20.
- **DERONZIER, G., SCHETRITTE, S., RACAULT, Y., CANLER, J. P., LIENARD, A., HEDUIT, A., & DUCHENE, P.** (2001). -Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités. Document technique FNDAE, 25, 79.
- **DETAY. M.** (1997). - La prise en conscience de la gestion des ressources en eau : l'investissement. Formation. Colloque BRGM. Vol.1, 271-281. Doc. BRGM 195.
- **DRAOU. S.** (2013). -Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines de la plaine de Maghnia, Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique Option : eau ; sol et Aménagement.
- **EINSTEIN, A., B. PODOLSKY, AND N. ROSEN.** (1935). -Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?”, Phys. Rev. 47, 777-780.
- **I. GUAMSI, L. DJABRI, A. HANI, C. LAMOUREUX.** (2006). -Pollution des eaux de l'Oued Medjerda par les nutriments. La Rhys Journal, ISSN 1112-3680, n° 05, Juin 2006, pp.113-119
- **JEGO. G.** (2008). -Influence des activités agricoles sur la pollution nitrique des eaux souterraines. Analyse par modélisation des impacts des systèmes de grande culture sur les fuites de nitrate dans les plaines alluviales. Doctorat Toulouse 2008.
- **KEBIR., ROSTAN.** (1992). -Etude Hydrogéologique de la plaine de Zriga (Nord-Ouest de la plaine de Maghnia). Mem Ing Univ Oron.
- **KETTAB A., MITICHE R., BENNAÇAR N.** (2008). -De l'eau pour un

développement durable : enjeux et stratégies." Revue des sciences de l'eau 212 : 247–256. Doi : 10.7202/018469ar.

- **L'OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT. O.N.A.** (2003). -Rapport (A ce titre et par marché N°10/2003 passé entre la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tlemcen et la Zone d'Oran (ONA) pour la gestion et l'exploitation de la station d'épuration de la ville Maghnia, et ce depuis la mise en vigueur du marché).
- **LABORDE J.P., ASSABA M., BEHLOULI.** (2003). - Les chroniques mensuelles de pluie de bassin. Gestion du Risque-Eau en pays semi-aride. Congrès ADENIT, SHF, ENIT, INAT. Tunis. pp. 41-50.
- **LOKBANI, BENSOUNA,** (2017). -Les risques de la pollution du milieu naturel par les lixiviats des décharges contrôlées. Cas du centre d'enfouissement technique de Maghnia. Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique Option en Hydraulique. P104
- **LUCAS. G.** (1942). - Description géologique et pétrographique des Monts de Ghar Roubane et du Sidi El Abed. Bull. Serv. Géol. Algérie, Alger, sér.2, n°16, 539p., 131.
- **OMS.** (2013). -Statistiques sur l'environnement
- **RAPPORT-MED.** (2018). -Les Défis du changement climatique en méditerranée édition 2018,200p.04.
- **SALGHI R.** (2001). -Différentes filières de traitement des eaux, Université de Rabat, 22 p.
- **SEBAIBI. A.,** (2014). -Potentialités agro-climatiques de la région de Zenâta et de Maghnia. Étude d'une longue série climatique. Mem de Master en Agronomie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers de Tlemcen.
- **SOROR. W.** (2012). -Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA. Mémoire de Master, Univ de Bordj Bou Arreridj.
- **STROJEXPORT.** (1972). -Recherche sur les eaux souterraines, partie sud-ouest du Kordofan, deuxième étape, rapport final, Parque.
- **ZERROUKI.M.** (2012). -Simulation et de diffusion de la pollution dans un cours d'eau. Cas de l'Oued Mouilleh. Mem.de Magister en Hydraulique, Faculté des séances et de la Technologie d'Oran.

Page Web :

- Conseil de la Préfecture Oujda-Angad
<http://oujda-angad.com/leau-et-assainissement>
- RADEEO. Régie autonome intercommunale de distribution d'eau et d'électricité d'Oujda <http://www.radeeo.ma>
- Agence du Bassin Hydraulique Moulouya
<http://www.abhm.ma/spip.php?page=accueil&lang=fr>
- <https://fr.khanacademy.org/math/statistics-probability/describing-relationships-quantitative-data/scatterplots-and-correlation/a/correlation-coefficient-review>
- <https://support.minitab.com/fr-fr/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/correlation/interpret-the-results/key-results/>
- Exemple pour la fonction Corrélacion : <https://support.minitab.com/fr-fr/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/correlation/before-you-start/example/>
- Interprétation des résultats principaux pour la fonction Corrélacion :
- <https://support.minitab.com/fr-fr/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/correlation/interpret-the-results/key-results/>
- <http://www.hygiene-publique.gov.pf/spip.php?article61>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Turbidit%C3%A9>
- https://www.oieau.org/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.pdf
- <https://www.puy-de-dome.fr/territoires/environnement/assainissement-collectif.html>
- <https://www.consoglobe.com/dechets-dangereux-huiles-vidange-3664-cg>
- [. http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm.](http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm)

ANNEXES

ANNEXE 01 : T moyenne de la station de Maghnia (1989-2019)

an	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1989-1990	23	20,3	16,6	14,7	9,35	13,55	14,15	14,15	18	22,7	25,87	26,3
1990-1991	23,6	20,45	13,7	9,9	8,85	9,3	12,3	12,85	16,55	21,75	26,05	27,6
1991-1992	23,75	16,85	13,25	10,4	8,35	11,05	11,5	15,25	18,05	19,7	24,55	26,7
1992-1993	23,15	16,9	13,85	11,4	9,1	9,6	13,3	14,1	16,6	21	24,9	25,95
1993-1994	20,3	17	13	10,95	9,7	10,8	13,4	14,6	19,1	21,6	28,4	28
1994-1995	21,4	19,2	15,75	11,4	10,3	12,8	13,3	14,85	19,55	20,9	25,1	25,9
1995-1996	22,35	21,4	18,2	11,9	12,2	12,6	14,1	16,8	17,1	23,2	25,7	24,95
1996-1997	21,9	16,2	14,5	13,55	10,1	11,45	13,65	16,9	19,5	22,7	23,6	26,8
1997-1998	22,45	19,2	12,55	10,25	11	12,35	13,5	14,15	18,5	23,05	25,6	26,3
1998-1999	23,25	18,1	13,8	10,25	10,35	8,7	12,4	15,05	19,75	22,5	25,6	26,6
1999-2000	22,55	20,6	12,4	10	7,7	12	13,3	14,8	19	24,1	26,2	26,95
2000-2001	22,4	16,1	12,8	11,9	10,6	10,45	12,9	15,2	21,9	25,1	26,3	27,3
2001-2002	24,1	20,55	12,1	10,6	10,35	11,8	13,55	14,95	17,9	23,95	24,6	25,5
2002-2003	22,95	19,1	14,4	12,35	8,65	9,95	14,7	15,1	18,55	25,65	27,65	27,8
2003-2004	23,25	19,2	14,2	11,2	11	12,55	12,8	14,45	16,8	23,65	27,05	28
2004-2005	24,45	21	12,65	9,95	7,15	7,75	13,2	14,85	20,75	24,1	27,2	27,15
2005-2006	22,3	20,1	17,5	10,4	9,05	10,15	14,35	17,6	21,55	23,65	28,4	26,95
2006-2007	23,7	21,1	16,1	10,55	10,85	13,65	12,95	14,55	18,7	22,5	26,65	27,25
2007-2008	23,35	18,8	13,2	10,45	10,9	12,1	13,6	16,65	18,1	23,5	27,25	27,6
2008-2009	23,7	19,15	12,05	9,55	10,1	10,55	13,6	13,9	20,25	24,9	28,5	26,6
2009-2010	22,8	20,65	17,3	13,7	12,25	14,1	14,05	16,35	18,7	22,45	28,1	28,05
2010-2011	24,4	18,75	14,2	13,05	10,75	10,35	13,25	17,9	20,25	23,85	27,25	28,05
2011-2012	24	19,05	14,7	10,25	8,9	7,8	11,8	13,9	20,4	25,5	27,25	29,4
2012-2013	23,95	19,85	15,7	11,35	10,65	10,1	13,8	15,5	17,25	24,75	25,75	26,95
2013-2014	23,5	21,15	12,9	10,5	11,45	11,9	12,05	17,5	19,45	23,05	25,9	26,95
2014-2015	24,75	21,3	16,1	10,75	9,7	9,95	12,5	17,3	20,8	23,4	28,85	28,4
2015-2016	0	0	14,6	12,4	13,1	12,85	12,1	16	19,55	24,1	27,4	27
2016-2017	24,05	21,4	14,55	12,15	8,55	13,05	14,2	16,75	21,05	26	27,95	28
2017-2018	23,5	20,2	13,9	10,5	10,8	10,1	13,8	15,5	17,3	21,9	26,9	27,6
2018-2019	24,8	18,8	14,1	11,8	9,8	11	13,5	15,5	20,4	22,9	27,5	28,3

ANNEXE 02 : T max de la station Maghnia (1989-2019)

an	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1989-1990	23	20,3	16,6	14,7	9,35	10,95	13,2	13,75	17,3	20,25	26,55	27,75
1990-1991	23,6	20,45	13,7	9,9	9,35	13,55	14,15	14,15	18	22,7	25,85	26,3
1991-1992	23,75	16,85	13,25	10,4	8,85	9,3	12,3	12,85	16,55	21,75	26,05	27,6
1992-1993	23,15	16,9	13,85	11,4	8,35	11,05	11,5	15,25	18,05	19,7	24,55	26,7
1993-1994	20,3	17	13	10,95	9,1	9,6	13,3	14,1	16,6	21	24,9	25,95
1994-1995	21,4	19,2	15,75	11,4	9,7	10,8	13,4	14,6	19,1	21,6	28,4	28
1995-1996	22,35	21,4	18,2	11,9	10,3	12,8	13,3	14,85	19,55	20,9	25,1	25,9
1996-1997	21,9	16,2	14,5	13,55	12,2	12,6	14,1	16,8	17,1	23,2	25,7	24,95
1997-1998	22,45	19,2	12,55	10,25	10,1	11,45	13,65	16,9	19,5	22,7	23,6	26,8
1998-1999	23,25	18,1	13,8	10,25	11	12,35	13,5	14,15	18,5	23,05	25,6	26,3
1999-2000	22,55	20,6	12,4	10	10,35	8,7	12,4	15,05	19,75	22,5	25,6	26,6
2000-2001	22,4	16,1	12,8	11,9	7,7	12	13,3	14,8	19	24,1	26,2	26,95
2001-2002	24,1	20,55	12,1	10,6	10,6	10,45	12,9	15,2	21,9	25,1	26,3	27,3
2002-2003	22,95	19,1	14,4	12,35	10,35	11,8	13,55	14,95	17,9	23,95	24,6	25,45
2003-2004	23,25	19,2	14,2	11,2	8,65	9,95	14,7	15,1	18,55	25,65	27,65	27,8
2004-2005	24,45	21	12,65	9,95	11	12,55	12,8	14,45	16,8	23,65	27,05	28
2005-2006	22,3	20,1	17,5	10,4	7,15	7,75	13,2	14,85	20,75	24,1	27,2	27,15
2006-2007	23,7	21,1	16,1	10,55	9,05	10,15	14,35	17,6	21,55	23,65	28,4	26,95
2007-2008	23,35	18,8	18,2	10,45	10,85	13,65	12,95	14,55	18,7	22,5	26,65	27,25
2008-2009	23,7	19,15	12,05	9,55	10,9	12,1	13,6	16,65	18,1	23,5	27,25	27,6
2009-2010	22,8	20,65	18,8	13,7	10,1	10,55	13,6	13,9	20,25	24,9	28,5	26,6
2010-2011	24,4	18,75	14,2	13,05	12,25	14,1	14,05	16,35	18,7	22,45	28,1	28,05
2011-2012	24	19,05	14,7	10,25	10,75	10,35	13,25	17,9	20,25	23,85	27,25	28,05
2012-2013	23,95	19,85	15,7	11,35	8,9	7,8	11,8	13,9	20,4	25,5	27,25	29,4
2013-2014	23,5	21,15	12,9	10,5	10,65	10,1	13,8	15,5	17,25	24,75	25,75	26,95
2014-2015	24,75	21,3	16,1	10,75	9,7	9,95	12,5	17,3	20,8	23,4	28,85	28,4
2015-2016	0	0	14,6	12,4	13,1	12,85	12,1	16	19,55	24,1	27,4	27
2016-2017	24,05	21,4	14,55	12,15	8,55	13,05	14,2	16,75	21,05	26	27,95	28
2017-2018	31,5	28,4	22,4	15,8	16,6	15,6	18,8	21,4	24,1	29,6	35,2	36,2
2018-2019	31,6	25,3	20	20	16,7	18,9	21,3	22,6	28,9	30,7	35,2	36

ANNEXE 03 : T min de la station Maghnia (1989-2019)

an	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1989-1990	16,7	14,1	11	9,7	4,2	6	8,2	8,3	12,2	15,7	18,7	18,9
1990-1991	17,1	12,6	8,4	5,3	2,5	4,2	7,5	7,1	10,2	14,3	18,5	18,6
1991-1992	17,3	11,1	7,1	4,4	1,6	3,8	5,3	8,8	11,3	12,7	16,7	18,6
1992-1993	15,7	10,7	7	6,1	1,7	3	7	7,3	9,5	14,3	17,4	18,3
1993-1994	13,5	11,4	9	4,4	3,8	4,4	7,4	7,7	11,3	13,6	19,7	19,7
1994-1995	13,9	13,3	9,3	4,2	3,4	5,4	7,2	7,9	12	14,3	17,4	18,5
1995-1996	14,8	14,1	11,6	6,2	7,1	9,1	7,8	11,3	12,5	17,2	19,5	19,2
1996-1997	16	9,6	8,2	9,5	6,1	3,7	5,5	12	12,8	15,6	16,7	21,6
1997-1998	14,6	12,7	8,7	6,8	4,9	6,5	5,6	7,5	11,8	15,9	17,5	18,6
1998-1999	17	10,9	7,6	3,6	4,6	3,2	6,7	7	12	15,5	18	19,4
1999-2000	16,2	14,9	6,6	4,6	1,1	6,2	6,9	8,4	12,5	15,6	18,7	19,8
2000-2001	15,9	10,7	7,7	6,8	4,8	5,5	5,7	8,7	12,9	16,5	17,8	19,8
2001-2002	17,7	11,5	7,5	5,1	3,2	4	6,6	8,8	10,8	15,5	16,8	18,7
2002-2003	15,7	11,1	8,4	6,4	3,4	4,7	8,9	8,2	11,2	17,8	19,9	20,2
2003-2004	16	13,7	8,6	5,6	3,7	7,3	6,6	7,2	10,6	15,5	18,5	19,8
2004-2005	16,3	13,4	6,1	3,4	-0,4	1,1	7,3	4,7	12,7	15,4	19,3	18,4
2005-2006	14,9	12,6	10,2	4,4	4,3	4,9	6,7	10,5	15,1	16,6	19,8	19,2
2006-2007	16,6	13,9	9,8	5,4	3,1	8,5	6,2	10,4	11,7	15,3	18,3	19,7
2007-2008	16,7	13,1	6,7	4,4	4,6	6,2	6,6	8,1	12,5	15,7	19,7	19,4
2008-2009	17,3	14,2	6,9	6,9	6,4	6,4	7,6	6,8	12,3	16,7	19,8	19,2
2009-2010	17,3	12,9	10,3	7,6	7,5	9,1	8,6	10,3	11,9	15,5	20,3	20,4
2010-2011	17,7	12,3	8,1	7,2	4,6	3,7	6,8	10,8	14,2	16,1	19,2	20,3
2011-2012	17,1	12,4	9,3	3,6	1,7	1,8	5,3	7,4	12	17,6	19,5	20,4
2012-2013	16,1	13,4	11,3	4,7	4,8	4,3	8,3	9,4	10,1	17,2	18,2	19,1
2013-2014	16,5	13,1	6,4	4,7	6,2	6,3	5,6	9,4	11,9	15,2	17,7	18,5
2014-2015	17,6	13,6	10,6	4,7	3,2	5,3	4,8	10,2	12,2	15,7	19,7	21,1
2015-2016	0	0	7,3	4,3	6,9	7,3	5,4	9	12,4	15,8	19,5	19,2
2016-2017	16,6	14,1	8,7	7,3	2,6	7,4	6,8	8,6	13,1	18,1	18,9	20,3
2017-2018	15,3	12,1	5,5	5,1	5,1	4,6	8,9	9,7	10,5	14,2	18,5	19
2018-2019	18	12,2	8,3	3,7	2,9	3,1	5,6	8,4	11,8	15	19,7	20,6

ANNEXE 04 : Précipitation annuelle et mensuelle de la station de Maghnia (1989-2019)

an	P an	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1989-1990	289	9	7	26	33	61	0	35	76	32	4	4	2
1990-1991	358	41	11	33	53	19	68	108	10	10	1	1	3
1991-1992	443	48	30	14	17	6	10	96	98	68	43	13	0
1992-1993	249	0	11	20	24	5	51	31	67	37	1	0	2
1993-1994	273	13	14	56	11	59	63	5	19	29	1	2	1
1994-1995	265	12	20	18	18	10	67	100	14	2	3	0	1
1995-1996	342	7	16	2	38	68	80	43	26	37	11	10	4
1996-1997	233	28	10	1	31	48	0	12	51	15	2	2	33
1997-1998	302	52	15	18	56	28	41	29	19	40	1	1	2
1998-1999	223	9	2	40	10	59	37	63	0	1	1	1	0
1999-2000	178	26	17	47	54	5	0	3	8	14	2	0	2
2000-2001	265	16	90	50	16	50	50	4	4	4	0	0	1
2001-2002	348	14	22	116	30	1	5	35	62	33	2	0	20
2002-2003	338	0	17	53	21	96	66	20	28	20	4	2	1
2003-2004	342	5	35	33	39	30	18	101	20	55	2	0	4
2004-2005	186	0	25	15	35	19	52	29	10	1	0	0	0
2005-2006	247	7	12	26	16	52	37	18	19	47	0	13	0
2006-2007	235	27	21	10	24	7	18	34	87	7	0	0	0
2007-2008	224	9	35	66	19	31	31	7	6	17	3	0	0
2008-2009	448	33	89	68	102	94	18	16	18	5	3	1	1
2009-2010	430	81	6	28	23	80	36	59	64	9	16	1	27
2010-2011	278	6	60	17	12	13	19	22	38	68	11	0	21
2011-2012	235	2	50	84	24	12	1	1	0	13	33	1	14
2012-2013	268	42	24	25	13	34	29	44	16	33	0	0	8
2013-2014	265	5	0	35	73	64	19	31	11	15	12	0	0
2014-2015	278	29	8	45	71	28	31	17	10	30	0	0	9
2015-2016	154	0	17	2	0	8	28	36	13	42	8	0	0
2016-2017	273	13	3	36	38	110	25	15	21	7	0	0	5
2017-2018	363	3	17	25	29	40	27	95	94	21	8	0	4
2018-2019	200,8	9	59	24	3	39	7	12,7	23	17	1	1,5	4,6

ANNEXE 05 : Les analyses physicochimiques (entré/sorite) de la STEP de Maghnia 2017

Mois	CHARGE ENTREE STEP											
	MES mg/l	DBO5 mg/l	DCO mg/l	NH4+ mg/l	N-NO2 mg/l	N-NO3 mg/l	MID mL/l	O2 mg/l	Tur ftu	Cond µs/cm	Pt mg/l	Po3-4 mg/l
JNV	289	400	434	38	1	3	3	2	240	1580	2	1
FVR	273	367	474	50	1	3	2	2	233	1973	1	0,3
MRS	243	428	441	41	1	1	2	2	197	1490	8	2,6
AVR	243	467	697	44	2	2	2	1	215	1903	34	4,6
MAI	241	467	457	41	0	4	2	2	221	1351	1	0
JUIN	193	443	372	33	0	1	1	1	169	1302	1	0
JUILLT	218	375	454	35	0,31	0,59	2	2	195	1699	1,35	0,44
AOUT	232	393	467	37	0,25	0,41	2	1	186	2227	1,35	0,44
SEPT	219	423	242	46,41	0,65	1,61	2	1,15	183	2115	3,05	0,99
OCT	205	403	379	37	0,62	0,31	2	2,1	183	2647	1,2	0,39
NOV	243	593	540	40	0,33	0,35	3	3	230	2749	1,32	0,43
DIC	246	390	414	46	0,28	0,37	2	2,59	236	2629	1,34	0,34
Moyn	237,083333	429,083333	447,583333	40,7008333	0,62	1,47	2,08333333	1,82	207,333333	1972,08333	4,7175	0,96083333
Mois	CHARGE SORTIE STEP											
	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	NH4+ (mg/l)	N-NO2 (mg/l)	N-NO3 (mg/l)	MID (mg/l)	O2 (mg/l)	Tur (ftu)	Cond (µs/cm)	Pt (mg/l)	Po3-4 (mg/l)
JNV	19	40	31	12	3,5	5,09	0	5	26	1402	0,3	0,091
FVR	12	11	33	3	2	10	0	5	21	1693	1	0,295
MRS	12	16,00	34	3	2	9	0	4	19	1399	4	1,235
AVR	14	27	50	7	1	5	0	3	22	1745	2	2,47
MAI	31	77	81	29	5	5	0	2	50	1320	0	0
JUIN	30	65	74	32	0	1	0	3	43	1299	0	0
JUILLT	36	57	66	29	0,05	0,31	0	3	48	1657	0,54	0,17
AOUT	42	65	60	31	0,06	0,1	0	4	55	2186	0,64	0,21
SEPT	31	80	66	23	0,55	1,39	0	3	40	2086	2,35	0,82
OCT	14	69	51	28	0,15	0,18	0	4,36	21	2597	0,21	0,07
NOV	13	75	38	22	0,56	0,32	0	5	20	2696	0,38	0,12
DIC	17	69	41	22	0,78	0,73	0	5,16	22	2529	0,39	0,12
Moyn	22,5833333	54,25	52,0833333	20,0833333	1,30416667	3,17666667	0	3,87666667	32,25	1884,08333	0,98416667	0,46675

ANNEXE 06 : Les analyses physicochimiques (entré/sorite) de la STEP de Maghnia 2018

Mois	CHARGE ENTREE STEP											
	MES	DBO5	DCO	NH4+	N-NO2	N-NO3	MID	O2	Tur	Cond	Pt	Po3-4
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mL/l	mg/l	ftu	µs/cm	mg/l	mg/l
JNV	233	270	320	32	0,61	0,56	3	2,02	227	2156	1,15	0,37
FVR	151,63	310	442,25	36,04	0,73	0,3	2,3	2,46	141,26	2173,78	1,17	0,38
MRS	118,38	311,25	276,5	36,08	0,51	0,29	1,52	3,79	112,67	2517,8	1,37	0,45
AVR	111,75	400	414	42,485	0,25785	0,195	1,847826	2,84274	107,4783	2585,384	1,3525	0,44
MAI	111	262,5	341	409,22	0,243825	0,6575	1,615385	2,254231	98,17371	2616,154	1,4975	0,485
JUIN	186	297,5	381,75	34,3425	0,2825	0,2825	1,67	1,9696	180,25	2602,4	1,8425	0,5975
JUILLT	209,25	517,5	424	52,0025	0,35225	0,5875	2,451923	1,337308	83,2222	2573,808	2,585	2,6325
AOUT	396,5	335	738,25	60,4925	0,478825	0,3725	3,086957	1,285652	234,25	2726,522	2,725	0,8825
SEPT	249,25	327,5	554	63,69	0,357775	0,34	2,35125	1,514583	224,25	2642,5	1,5	0,49
OCT	261	297,5	789,25	53,2475	0,36	1,2275	2,412917	1,770417	200,25	2204,25	7,525	2,4475
NOV	315,75	375	813,25	71,1075	0,598975	0,4225	2,214286	2,06574	281	2456,381	\	\
DIC	311,75	245	540	70,46	0,437	0,3475	2,712963	2,484815	203,75	2601,222	11,4	3,7125
Moyn	221,271667	329,0625	502,854167	80,0972917	0,43491667	0,46520833	2,26529225	2,1495905	174,462851	2488,01675	3,10159091	1,17159091
Mois	CHARGE SORTIE STEP											
	MES	DBO5	DCO	NH4+	N-NO2	N-NO3	MID	O2	Tur	Cond	Pt	Po3-4
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ftu	µs/cm	mg/l	mg/l
JNV	18	86	63	16	0,5	0,45	0	4,8	23	1990	0,52	0,17
FVR	11,32	59,5	80,25	13,68	0,23	0,23	0	5,64	17,17	2146,3	0,6	0,2
MRS	8,81	59,25	41,25	18,21	0,13	0,12	0	5,17	15,92	2584,4	0,52	0,17
AVR	11	44	95,5	22,7325	0,18125	0,1425	0	4,245652	16,95652	2551,304	0,1275	0,04175
MAI	12,25	42,75	65	23,5375	0,102525	0,355	0	3,882692	19,30435	2597,077	1,295	0,4175
JUIN	18	51,5	65,75	26,52	0,4195	0,0825	0	3,5184	26,89474	2551,2	1,47	0,4575
JUILLT	24,75	36	78,25	40,55	0,12075	0,2925	0	3,320769	37,94444	4388,115	1,8275	1,755
AOUT	21,25	29,5	39,25	49,9825	0,083425	0,0925	0	3,474348	29,75	2636,087	2,7525	0,895
SEPT	20,25	27	50,75	49,34	0,1236	0,16	0	3,652917	30,25	2597,917	5,35	1,74
OCT	18,25	34,75	70,25	27,6975	0,56525	0,9775	0	4,243333	27,25	2197,083	5,2	1,69
NOV	14,25	9,75	33,25	34,9075	0,2924	0,2	0	4,926667	24	2443,048	\	\
DIC	19,5	11	15,5	39,905	0,376375	0,3475	0	6,45	25,25	2604,074	2,375	0,765
Moyn	16,4691667	40,9166667	58,1666667	30,2552083	0,26042292	0,2875	0	4,4437315	24,4741708	2607,21708	2,00340909	0,75470455

ANNEXE 07 : Les analyses physicochimiques (entré/sorite) de la STEP de Maghnia 2019

Mois	CHARGE ENTREE STEP											
	MES	DBO5	DCO	NH4+	N-NO2	N-NO3	MID	O2	Tur	Cond	Pt	Po3-4
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mL/l	mg/l	ftu	µs/cm	mg/l	mg/l
JNV	310,5	262,5	598,25	37,8	0,599775	0,37	2,7083333	2,5904167	204	2527,5	11,3625	3,7
FVR	318,75	335	687,75	70,955	0,245025	0,39	2,854167	2,69125	237	2487,292	8,45	2,7525
MRS	227,5	265	527,5	59,3275	0,3765	1,9275	2,54	2,5556	152	2579,28	0	9,7625
AVR	296,5	230	518,25	61,9975	0,1215	0,3775	2,730769	2,1542308	196	2457,308	0	7,4375
MAI	214,25	277,5	476,5	54,4975	0,9975	0,32	1,56	2,5964	159,25	2384,28	0	7,4375
JUIN	322,25	305	603,5	62,205	0,12875	0,3875	2,416667	2,52625	238,5	2530,417	0	10,03
JUILLT	311,75	347,5	623,25	56,19	0,1455	0,4575	2,157407	2,092222	266	2460,37	0	9,55
AOUT	281,25	297,5	491,25	68,45	0,1535	1,315	2,104167	2,05625	287,75	2496,957	0	11,8
SEPT	230,25	370	552,5	66,915	0,193	0,89	2,14	2,4924	256,5	2673,6	0	11,85
OCT	249,75	300	651	58,6925	0,12875	0,305	2,537037	2,9177778	235	2830,741	0	7,96666667
NOV	278,25	425	594	63,285	0,16975	0,445	2,2916667	3,8395833	218,75	2544,7083	0	8,95
DIC	236,75	271,75	538	52,73	0,77025	1,385	2,490385	3,6684615	218,5	2487,3846	0	8,275
Moyn	273,145833	307,229167	571,8125	59,4204167	0,33581667	0,71416667	2,37754992	2,68173684	222,4375	2538,31983	0	8,29263889
	CHARGE SORTIE STEP											
	MES	DBO5	DCO	NH4+	N-NO2	N-NO3	MID	O2	Tur	Cond	Pt	Po3-4
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ftu	µs/cm	mg/l	mg/l
JNV	18,5	8,75	30,75	22,24222	0,0376333	0,04	0	5,2758333	8,444444	2595	2,788889	0,908889
FVR	26,75	10	39	47,6475	0,460675	0,24	0	5,460417	34,5	2362,6667	4,35	1,415
MRS	27,25	23,00	50,75	30,8775	0,26525	0,955	0	4,7192	32,5	2580,4	0	7,85
AVR	26,5	20,5	58,5	47,2425	0,057	0,175	0	3,784815	34,25	2519,615	0	5,9875
MAI	27,25	22,25	53	49,9	0,02725	0,0975	0	3,9168	32,75	2505,2	0	7,0375
JUIN	37,25	41	84	57,56	0,0325	0,1175	0	3,62	47	2571,125	0	11,675
JUILLT	27,75	44,5	87,75	49,8225	0,041	0,0875	0	3,519259	39,5	2531,481	0	6,55
AOUT	33,5	27,6	60,25	46,3575	0,091	0,8075	0	3,705833	40	2522,167	0	11,3
SEPT	22,25	33	51	50,23	0,019	0,1	0	3,3076	39,5	2697,2	0	7,6
OCT	15,5	24,5	64	43,615	0,024	0,0866667	0	4,645926	30,75	2837,037	0	5,466667
NOV	8,75	14	28,25	29,99	0,198	0,4025	0	6,6358333	20,5	2478,875	0	0,7
DIC	14,75	13,5	30,25	24,4625	0,44275	0,6975	0	6,2807692	28,75	2329,0769	0	2,35
Moyn	23,8333333	23,55	53,125	41,6622683	0,14133819	0,31722223	0	4,57269048	32,3703703	2544,15363	0	5,736713

