



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour-Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم علوم الارض و الكون
Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

Mémoire de fin d'étude

En Vue De l'obtention Du Diplôme De Master En Géographie et Aménagement
du Territoire
Option : Villes, Dynamiques Spatiales et Gestion

Thème

**Mobilisation et gestion des ressources en eau
dans la région de l'Oranie.**

Présenté par : SALAMI Nejud

Promoteur : M. HAIED Nadjib.....MCA UNIVERSITE Z.A. DJELFA

DEVANT LE JURY :

Président : M. DJEDDAOUI FaridMCB UNIVERSITE Z.A. DJELFA

Examineurs : M. GUERGUIT Abdelkader..... MAA UNIVERSITE Z.A. DJELFA

Année Universitaire 2020/2021

الملخص :

تضم المنطقة الوهرانية ثلاث أحواض تجميعية : التافنة، المقطع و الساحلي الوهراني، تتميز بمناخ شبه جاف. تعتبر هذه المنطقة قطب هام في الجزائر لوجود مراكز حضرية كبيرة و منشآت صناعية كبيرة، وبالإضافة إلى احتياجات المياه المتزايدة من سنة لأخرى. مقارنة هذه الأخيرة بالموارد المتجددة التي تقدر ب 1056.6 مليون متر مكعب في السنة، تظهر عجزا منذ عام 2012. في محاولة لإدارة المياه، المياه الغير تقليدية (المياه المعالجة و المحلاة) من أجل سد هذا العجز، تأثير الجفاف وتأثير السياحة الذي سيزيدان من حدة العجز أو بقديم حالة الندرة، تمت دراستهم.

الكلمات المفتاحية : المنطقة الوهرانية ، موارد مائية متجددة ، عجز ، المياه الغير تقليدية ، الجفاف ، السياحة.

Abstract:

The Oranian region has three watersheds: Tafna, Macta and the Côtiers Oranais, characterized by a semi-arid climate. This region is considered to be an important pole in Algeria because of the presence of a large urban centers and a large industrial facilities, as well as water needs which continue to increase from year to another. Their confrontation with renewable resources, estimated at 1056.6 million cubic meters per year, shows a deficit since 2012. In an attempt to manage, unconventional water (purified and desalinated water) in order to fill this deficit, the drought impact and the tourism effect which can worsen this deficit or accelerate the state of scarcity, have been studied.

Key words: The Oranian region, Renewable resources, Deficit, Unconventional water, Drought, Tourism.

Résumé :

La région de l'Oranie comprend trois bassins versants : la Tafna, la Macta et des Côtiers Oranais, caractérisé par un climat semi-aride. Cette région est considérée comme un pôle important en Algérie en raison de la présence de grands centres urbains et de grandes installations industrielles, ainsi que des besoins en eau qui ne cessent d'accroître d'une année à l'autre. Leur confrontation aux ressources renouvelables, estimées à 1056,6 millions de mètres cubes par année, montre un déficit depuis 2012. Dans une tentative de gestion, les eaux non conventionnelles (eaux épurées et dessalées) afin de combler ce déficit, l'impact de la sécheresse et l'effet du tourisme qui peuvent aggraver ce déficit ou accélérer l'état de rareté, ont été étudiés.

Mot clés : La région de l'Oranie, Ressources renouvelables, Déficit, Eaux non conventionnelles, Sécheresse, Tourisme.

Remerciment

Toute ma parfaite gratitude et remerciement à Allah le plus puissant qui m'a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce travail, et mes parents pour leurs soutiens et leurs sacrifices.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que je remercie mon encadreur Dr. **HAIED Nadjib** pour son soutien, ses conseils judicieux et ses grandes bienveillances durant l'élaboration de ce projet.

Ainsi j'exprime ma reconnaissance à tous les membres de jury d'avoir accepté de lire ce manuscrit et d'apporter les critiques nécessaires à la mise en forme de cet ouvrage. Nous remercions aussi l'ensemble des enseignants de **Département des Sciences de la Terre et de l'Univers** qui ont contribué à notre formation.

Que tous ceux au celles qui m'ont apportés leur soutien et qui m'ont aidé de loin ou de près pour l'achèvement de ce projet trouvent ici l'expression de mes vives et sincères reconnaissances.

Dédicace

Louange à Allah le puissant, prière et salut sur le prophète Mohamed que le salut sur lui.

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail :

Aux personnes les plus chères au monde, ma mère et mon père, que dieu me les garde.

❖ A mon père :

Merci mon père de m'avoir donné le soutien tout le temps où j'ai besoin, et de m'avoir Guidé et orienté, à l'être le plus cher au monde.

❖ A ma mère :

Merci de m'avoir soutenu et souffert pour que je puisse réaliser mes rêves et mes espérances et de m'avoir donné toute l'affection pour que je puisse continuer.

A mon très cher frère Ali Sif.

A mes très chères sœurs Khaoula, Wissam et Chaima, surtout ma petite sœur Abir.

A mon cher ami KARBOUA Freiha.

A toute la famille SLAMI et BOUCHRA.

A tous mes enseignants qui m'ont servit du primaire à l'université.

A tous mes amis sans exceptions.

A La promotion Master VDSG 2021.

SOMMAIRE

Résumé.

Remerciement.

Dédicace.

Sommaire.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abréviations et des paramètres.

Introduction générale..... 01

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.

I.1. Introduction.....	04
I.2. Situation géographique.....	04
I.3. Caractéristiques du milieu physique.....	06
I.3.1 Relief.....	06
I.3.1.1. La zone littorale	06
I.3.1.2. Les montagnes et les bassins intérieurs de l'Atlas Tellien	07
I.3.1 Cadre géologique	08
I.3.2.1 Paléozoïque	09
I.3.2.2 Mésozoïque	09
I.3.2.3 Tertiaire	10
I.3.2.4 Quaternaire	11
I.4 Conclusion	11

Chapitre II : Hydroclimatologie.

II.1. Introduction.....	12
II. 2. Caractérisation du climat	12
II.2.1. Diagramme ombrothermique.....	12
II. 2. 2. Climagramme de Louis Emberger	14
II. 2. 3. Calcul de l'indice d'aridité de De Martonne	15
II. 3. Les facteurs climatiques	17
II. 3. 1. Les précipitations	17
II. 3. 1. 1. Les précipitations moyennes mensuelles.....	17
II. 3. 1. 2. Répartition saisonnière des précipitations.....	18
II. 3. 1. 3. Les précipitations moyennes annuelles	20
II. 3. 2. La Température	23
II. 3. 2. 1. La température moyenne mensuelle	23
II. 3. 2. 2. La température moyenne annuelle.....	24
II. 4. Estimation des paramètres du bilan hydrique	26
II. 4. 1. Définition de l'évapotranspiration.....	26

II. 4. 2. Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR).....	26
II. 4. 3. Interprétation du bilan hydrique	27
II. 5. Estimation de la lame d'eau écoulée	32
II.5. 1. Le ruissellement.....	32
II.5.2 Infiltration efficace.....	33
II.6. Hydrologie.....	33
II.6.1. Le bassin versant de la Tafna	33
II.6.2. Le bassin versant de la Mecta	37
II.6.2. Le bassin versant de des Côtiers Oranais	39
II.7. conclusion.....	41

Chapitre III : Matériels et méthodes.

III.1 Approche méthodique	43
III.2 Données de base	44
III.2.1 Population	44
III.2.2 Agriculture	45
III.2.3 Industrie	45
III.3. Diagnostic quantitatif des ressources en eau	45
III.3.1. Les potentialités hydriques	45
III.3. 1.1. Le potentiel hydrique superficiel	45
III.3.1.2. Le potentiel hydrique souterrain	47
III.3.2. Mobilisation des ressources en eaux.	47
III. 4. 4. Calcul des besoins en eau de la région de l'Oranie	48
III.5. Aperçu sur la gestion de ressource en eau	48
III.5.1 Définition du mot "gestion"	48
III.5.2 La gestion de l'eau	48
III.5.3 Les niveaux de gestion de l'eau	50
III.5.3.1 Niveau administratif de la gestion	50
III.5.3.2 Niveaux hydrologiques de la gestion	51
III.5.4 La gestion des ressources en Algérie	51

Chapitre IV : Gestion des ressources en eau.

IV.1. Introduction.....	52
IV.2. Calcul des besoins en eau.....	52
IV.2.1 L'alimentation en eau potable (AEP).....	52
IV.2.2. L'alimentation en eau de l'agriculture (AEA).....	53
IV.2.2.1. Le périmètre irrigué.....	53
IV.2.2.2. Le cheptel.....	54
IV.2.2.3 Les besoins et l'alimentation en eau de l'agriculture	54
IV.2.2.3.1 Les besoins en eau de l'irrigation	54
IV.2.2.3.2 Les besoins en eau du cheptel	55
IV.2.3 L'alimentation en eau industrielle (AEI).....	57
IV.2.3.1 Les besoins futurs en eau industrielle	57
IV.2.4 Les besoins en eaux globales dans la région de l'Oranie	58

IV.3 La confrontation "Besoins/ Ressources" en eaux pour les agglomérations du bassin versant des Côtiers Oranais aux différents horizons (2008- 2060).....	59
IV.4 Conclusion	73
Conclusion générale	75
Références bibliographique	

Liste des Figures.

Figure 01 :	Carte de situation de la région d'étude.....	05
Figure 02 :	Carte de la répartition du relief de la région de l'Oranie (Source : ANAU 2000 in Asnoun S., 2019, modifiée).....	07
Figure 03 :	Carte géologique du Nord-Ouest Algérien (Source : ANAU 2000 in Asnoun S., 2019, modifiée).....	10
Figure 04 :	Diagramme ombrothermique de la station de Tlemcen (2009-2019).....	13
Figure 05 :	Diagramme ombrothermique de la station de Saida (2009-2019).....	13
Figure 06 :	Diagramme ombrothermique de la station de Mostaganem (2009-2019).....	14
Figure 07 :	Climagramme d'Emberger des stations de Tlemcen, Mostaganem et Saida.....	15
Figure 08 :	Abaque de l'indice d'aridité annuel de Martonne.....	17
Figure 09 :	Histogramme des précipitations moyennes mensuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).....	18
Figure 10 :	Répartition saisonnière des précipitations à la station de Tlemcen (2009-2019).....	19
Figure 11 :	Répartition saisonnière des précipitations à la station de Mostaganem (2009-2019).....	20
Figure 12 :	Répartition saisonnière des précipitations à la station de Saida (2009-2019).....	20
Figure 13 :	Les variations du coefficient pluviométrique aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).....	22
Figure 14 :	Les variations des précipitations annuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).....	23
Figure 15 :	Histogramme des températures moyennes mensuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).....	24
Figure 16 :	Figure 16 : Courbe de variation des températures moyennes annuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).....	25
Figure 17 :	Moyennes pluriannuelles des éléments climatiques à la station de Tlemcen pour la période (2009-2019).....	28
Figure 18 :	: Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la Station de Tlemcen (2009-2019).....	29
Figure 19 :	Moyennes pluriannuelles des éléments climatiques à la station de Mostaganem pour la période (2009-2019).....	30
Figure 20 :	Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la Station de Mostaganem (2009-2019).....	30
Figure 21 :	Moyennes pluriannuelles des éléments climatiques à la station de Saida pour la période (2009-2019).....	31
Figure 22 :	Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la Station de Mostaganem (2009-2019).....	32
Figure 23 :	Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude.....	34
Figure 24 :	Différents niveaux de la gestion se l'eau (Philippe et al., 2008 in Hamlat A., 2014)..	50
Figure 25 :	Graphe des Perspectives de l'évolution de la population et de la demande en eau	

	potable dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	53
Figure 26 :	Evolution dans le temps des surfaces irriguées et leurs besoins en eau dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	55
Figure 27 :	Evolution dans le temps du cheptel et ces besoins en eaux dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	56
Figure 28 :	Evolution dans le temps des besoins en eau de l'agriculture dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	57
Figure 29 :	Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	58
Figure 30 :	Evolution des besoins en eau globaux des différents secteurs usagers dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	58
Figure 31 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	61
Figure 32 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranaie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario optimiste avec un apport des ressources non-conventionnelles à 80% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	62
Figure 33 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario optimiste avec un apport des ressources non-conventionnelles à 90% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	63
Figure 34 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario optimiste avec un apport des ressources non-conventionnelles à 100% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	64
Figure 35 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario pessimiste avec une diminution des ressources mobilisables et mobilisés de 10% : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	65
Figure 36 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario pessimiste avec l'apport des ressources non-conventionnelles à 80% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	66
Figure 37 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario pessimiste avec l'apport des ressources non-conventionnelles à 90% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	67

Liste des Figures

Figure 38 :	demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario pessimiste avec l'apport des ressources non-conventionnelles à 100% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	68
Figure 39 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	69
Figure 40 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec un apport des ressources non-conventionnelles à 80% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	70
Figure 41 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec un apport des ressources non-conventionnelles à 90% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	71
Figure 42 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec un apport des ressources non-conventionnelles à 100% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	72
Figure 43 :	Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec une diminution de 10% des ressources mobilisables et mobilisés : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).....	73

Liste des Tableaux.

Tableau n° 01 :	Superficies et démographies des wilayas de la région de l'Oranie.....	04
Tableau n° 02 :	Caractéristiques des stations de mesure.....	12
Tableau n° 03 :	Paramètres du climagramme d'Emberger.....	14
Tableau n° 04 :	Les précipitations moyennes mensuelles (mm).....	18
Tableau n° 05 :	Variation saisonnière des précipitations aux stations (2009-2019).....	19
Tableau n° 06 :	Précipitations moyennes annuelles et Coefficients pluviométriques de la station de Tlemcen (2009-2019).....	21
Tableau n° 07 :	Précipitations moyennes annuelles et Coefficients pluviométriques de la station de Mostaganem (2009-2019).....	21
Tableau n° 08 :	Précipitations moyennes annuelles et Coefficients pluviométriques de la station de Saida (2009-2019).....	21
Tableau n° 09 :	Températures moyennes mensuelles pour la période (2009-2019).....	23
Tableau n° 10 :	Températures moyen annuelles(C°).....	25
Tableau n° 11 :	ETR annuelle selon la méthode de Turc.....	27
Tableau n° 12 :	ETR selon la méthode de Coutagne.....	27
Tableau n° 13 :	Bilan hydrique à la station de Tlemcen pour la période (2009-2019).....	28
Tableau n° 14 :	Bilan hydrique à la station de Mostaganem pour la période (2009-2019)...	29
Tableau n° 15 :	Bilan hydrique à la station de Saida pour la période (2009-2019).....	31
Tableau n° 16 :	Ruissellement selon la formule de Tixerant-Berckaloff	32
Tableau n° 17 :	Les valeurs de l'infiltration efficace.....	33
Tableau n° 18 :	Caractéristiques de forme des unités hydrologiques de la Tafna..... (Baba Hamed, 2001., Bouanani, 2004).....	35
Tableau n° 19 :	Densité de drainage, altitudes caractéristiques et état des sous bassins de la Tafna (Baba Hamed, 2001., Bouanani, 2004., Bensaid &Belkadi, 2015 in Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016).....	36
Tableau n° 20 :	Paramètres hydrographiques de sous bassin versant de la Mecta (Bahmed D., 2015).....	38
Tableau n° 21 :	Caractéristiques morphologiques et morphométriques des sous bassins versants des Côtiers Oranais.....	39
Tableau n° 22 :	Evolution de la population dans la zone d'étude.....	44
Tableau n° 23 :	Tableau récapitulatif des données exploitées.....	45
Tableau n° 24 :	les barrages dans la région de l'Oranie.....	46
Tableau n° 25 :	Retenues collinaires en exploitation dans la région de l'Oranie.....	46
Tableau n° 26 :	Tableau récapitulatif des ressources superficielles dans la région de l'Oranie.	47
Tableau n° 27 :	Les nappes existantes dans la région de l'Oranie.....	47
Tableau n° 28 :	Potentiel hydrique global de la région Oranie.....	48
Tableau n° 29 :	Perspective de l'évolution de la population et de la demande en eau potable dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	52
Tableau n° 30 :	Présentation du périmètre Agricole Irrigué dans la région de l'Oranie.....	53
Tableau n° 31 :	Nombre du cheptel dans la région de l'Oranie.....	54
Tableau n° 32 :	Evolution dans le temps des besoins en eau de l'irrigation dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	54

Liste des Tableau

Tableau n° 33 :	Evolution dans le temps des besoins en eau pour le cheptel dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	55
Tableau n° 34 :	Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'agriculture dans la région de l'Oranie (2008- 2060).....	56
Tableau n° 35 :	Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie dans la région de l'Oranie (2008- 2060).....	57
Tableau n° 36 :	Besoins en eaux globaux des différents secteurs usagers dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	59
Tableau n° 37 :	Besoins en eau globaux et indices de consommation des différents secteurs usagers dans la région de l'Oranie (2008-2060).....	60

Liste des abréviations

°C	Degré Celsius.
%	Pourcentage
a	Taux d'accroissement démographique
ADE	l'Algérienne des Eaux
ABH	Agences de Bassin Hydrographique
AEA	Alimentation en eau de l'agriculture.
AEI	Alimentation en eau de l'industrie.
AEP	Alimentation en eau potable.
ANBT	Agence National des Barrages et Transferts.
ANRH	Agence Nationale de Ressources en Eau.
BV	Bassin Versant
CMIP	Projet d'Intercomparaison des Modèles Couplés
CP	Coefficient Pluviométrique.
DA	Déficit Agricole
DHW	Direction d'Hydraulique de la Wilaya
DPAT	Direction de Planification et Aménagement du Territoire
E	Est
ETP	Evapotranspiration potentielle
ETR	Evapotranspiration Réelle
GCM	Global Climate Models (Modèles de Circulation Générale)
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
ha	Hectare.
hab	Habitant.
Hm³/an	Hectomètre cube par an.
Ie	Infiltration efficace
Km	Kilomètre
Km²	Kilomètre carré.
l/j/hab	Litre par jours et par habitant.
l/j/tête	Litre par jours et par tête.
m³	Mètre cube.
m³/an	Mètre cube par an.
mm	Millimètre.
mm/an	Millimètre par an.
MADR	Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural
MRE	Ministère des Ressources en Eau
N	Nord
NE	Nord Est
ONA	Office National de l'Assainissement
ONM	Office Nationale de Météorologie.
ONS	Office Nationale de Statistique.
P	Précipitation
R	Ruissellement
R^{ces}	Ressources

Liste des abréviations

RFU	Réserve Facilement Utilisable.
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SAT	Surface Agricole Totale.
SAU	Surface Agricole Utilisée.
SBV	Sous Bassin Versant.
STEP	Station d'Épuration.
SW	South West
T	Température
T_m	Température minimale
TM	Température Maximale
WCRP	World Climate Research Project (Projet de Recherche sur le Climat Mondial)

***INTRODUCTION
GENERALE***

L'eau, l'air et la terre sont les ressources qui assurent la survie de tous les êtres vivants et ils ont un rôle actif dans le développement des activités humaines. Ces éléments sont harmonieux et cela assure la continuité de la vie humaine, animale et végétale, et tout déséquilibre pouvant survenir peut conduire à un déséquilibre et à une catastrophe si les précautions ne sont pas prises correctement (Boukamoum M., 2016).

L'eau constitue 70 % de la surface de la Terre et est la ressource la plus nécessaire, elle représente la clé principale pour parvenir au développement, et sa fourniture est devenue un défi majeur pour l'humanité en général et les pays arabes en particulier (Djaffar S., 2018).

L'accès aux ressources en eau est une préoccupation majeure pour la plupart des pays, notamment à la lumière des changements climatiques et de la croissance urbaine et démographique que connaît le monde (Mozas M. et al., 2013).

L'Algérie fait partie des pays à déficit hydrique sévère et la plupart de ses terres (87%) sont classées en zone désertique. Reconnaisant l'importance de l'eau dans la stabilité politique et dans tout développement économique et social, ce qui nécessite une réglementation et une coopération au niveau national (Mouhouche B., 2012).

L'Algérie souffre d'un déséquilibre entre l'offre et la demande, limité en raison d'une mauvaise mobilisation des capacités, et d'une mauvaise gestion des ressources disponibles (gaspillage, besoins non satisfaits, manque d'expérience, répartition chaotique, dégradation et manque d'équipements....etc) (Ahmed Zaid M., 2017).

Par conséquent, l'Algérie est obligée d'améliorer ses capacités en matière de maîtrise de l'eau, et une bonne estimation de la demande en eau permet une meilleure gestion des ressources en utilisant le taux économique optimal, et ainsi nous pouvons éviter le gaspillage d'eau et les coûts alloués à la construction d'infrastructures (barrages, réservoirs, stations de dessalement et stations d'épuration,...etc) qui nous aide à économiser et stocker les ressources en eau (Boukamoum M., 2016).

La région de l'Oranie (Nord-Ouest de l'Algérie), qui comprend les bassins versants de la Makta, de la Tafna et des Côtiers Oranais, constitue une zone stratégique du fait qu'elle contient de nombreux centres importants d'activité économique et de nombreux ports (marchandises, pêche et voyageurs), un carrefour culturel par excellence qui comprend de nombreux monuments historiques et paysages et sa démographie avec de nombreuses villes de grande importance.

L'eau est donc le moteur du développement urbain, agricole, industriel et touristique, ce qui nécessite sa mobilisation en grande quantité.

L'objectif de notre étude est de :

- Présenter les caractéristiques physiques des bassins versants étudiés, leurs géographie, leurs relief, leurs géologie et leurs climat ;
- Diagnostiquer quantitativement les potentialités hydriques et déterminer les besoins futurs des secteurs consommateurs (AEP, AEA et AEI) ;
- Se faire une idée de l'état actuel de la zone étudiée sur la base de la confrontation entre la demande et l'offre (le scénario réel) ainsi que de développer des scénarios basés sur l'apport des eaux non-conventionnelles (stations de dessalement et d'épuration), l'impact de la sécheresse future et l'effet du tourisme, pour tenter d'analyser la gestion actuelle des ressources en eau.

Notre étude cherche à répondre à cette question centrale :

- Quelle est la situation de la gestion actuelle et les perspectives de l'avenir des ressources en eau ?

De cette question principale découle un ensemble de questions secondaires suivantes :

- Quelles sont les ressources hydriques qui alimentent la région d'étude?
- Est ce que ces ressources sont suffisantes?
- Comment répondre aux besoins sans cesse croissants, des différents secteurs?

Pour répondre à ces questions et mener à bien ce travail, nous avons choisis de structurer ce travail en quatre chapitres en plus d'une introduction et une conclusion générales.

- Le **premier chapitre** présente la situation géographique de la zone d'étude et ses caractéristiques physiques.
- Le **deuxième chapitre** étudie la climatologie et définit les paramètres du bilan hydrique, et donnant un aperçu sur l'hydrologie et l'hydrogéologie de nos bassins.
- Le **troisième chapitre** présente la méthodologie de travail utilisée, tout en déterminant les potentialités hydriques de la région, ainsi qu'un petit aperçu théorique sur la gestion de l'eau.
- Le **chapitre quatre** détermine les besoins actuels et futurs et les confronter aux ressources existantes et présente un essai de gestion des ressources en eau sur la base de l'apport des ressources en eau non-

conventionnelles, de l'impact de la sécheresse future et de l'effet du tourisme.

CHAPITRE I
PRESENTATION DE LA
ZONE D'ETUDE

I.1 Introduction :

L'étude naturelle est une étape importante afin de connaître les différentes composantes de la zone d'étude, c'est pourquoi ce chapitre est consacré à la présentation et à la détermination de la localisation des bassins collecteurs en plus des caractéristiques géologiques et morphologiques.

I.2 Situation géographique :

La région hydrographique de l'Oranie est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par les bassins du Cheliff-Zahrez, à l'Ouest par la frontière Marocaine et au Sud par le chott Chergui. Elle a une superficie de 27 547 Km² qui englobe les 03 bassins versants suivants (SACI D.,2008) :

- Côtiers oranais (code ANRH 04) : 5913 Km².
- Tafna (code ANRH 16): 7245Km².
- Macta (code ANRH 11) : 14389 Km².

Elle s'étend sur 07 wilayas :

Tableau 01 : Superficies et démographies des wilayas de la région de l'Oranie

Wilaya	Superficies Km ²	Population 2008
Oran	2 121	1 454 078
Mostaganem	2 269	737 118
Mascare	9 541	784 073
Sidi Bel Abbas	9 096	604 744
Ain Timouchent	2 379	371 239
Telemcen	9 061	949 135
Saida	6 764	330 641

Source : ONS in SACI D.,2008.

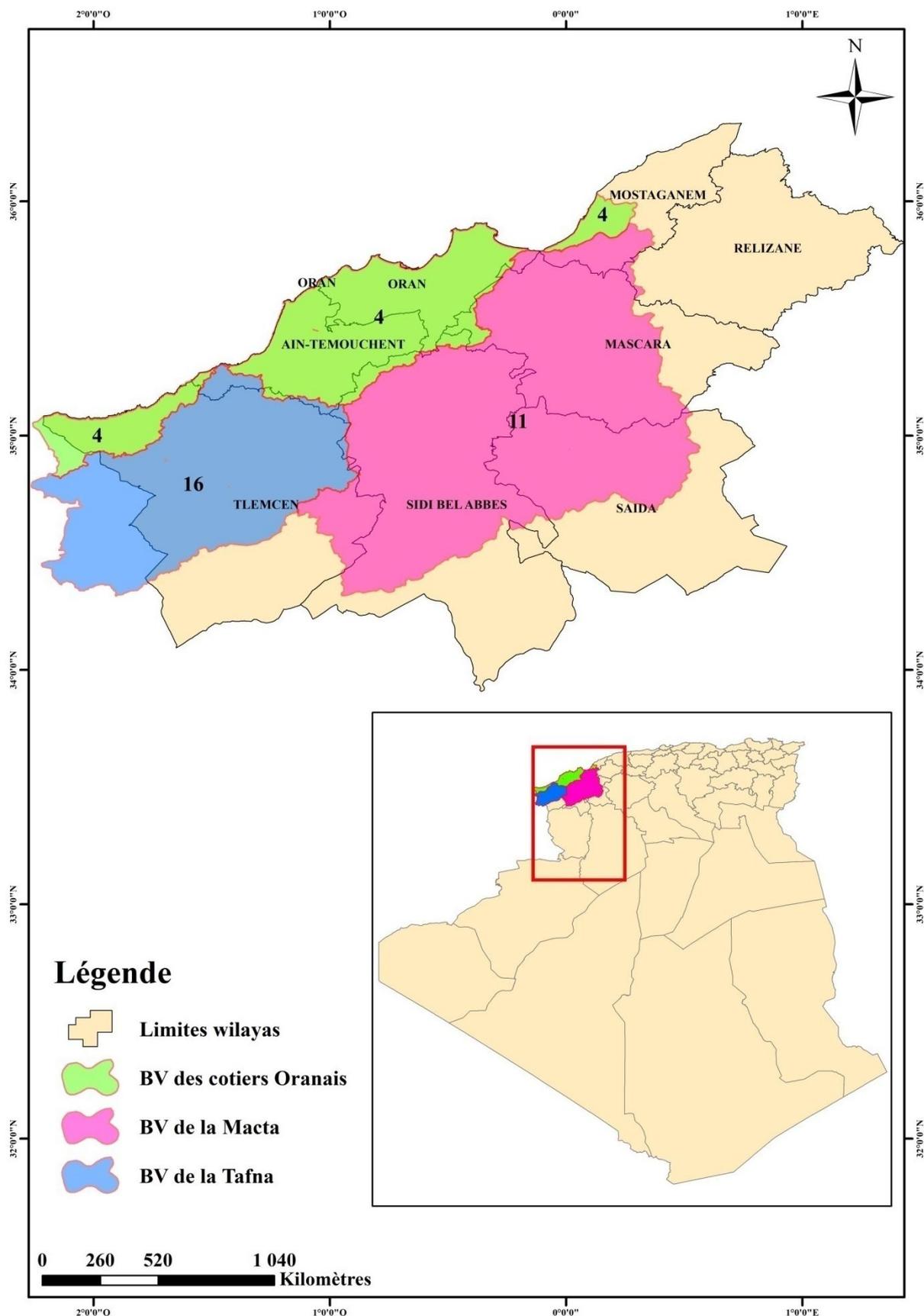


Figure 1 : Carte de situation de la région d'étude.

I.3 Caractéristiques du milieu physique :

I.3.1 Le relief :

Le relief de la région de l'ORANIE se présente comme suit (Figure 02) :

I.3.1.1 La zone littorale :

Il surplombe la mer Méditerranée et représente vingt huit pour cent (28%) de la côte du pays (Hamlat A., 2014), et a un ensemble diversifié de terrain représenté par :

a) Les espaces montagneux :

- **Monts des Traras** : C'est une chaîne montagneuse côtière. S'étendent de la frontière marocaine jusqu'à l'embouchure de la Tafna sur une superficie de 1223Km et d'une altitude moyenne variant de 500 à 1000m, le point culminant est Djebel Fillaoucène (1136m).

Il s'occupe le Nord de la wilaya de Tlemcen et le Nord-Ouest de la wilaya d'Aïn Témouchent et caractérisée par de fortes pentes et un couvert végétal faible soumis à une érosion intense.

- **Les Monts de Sebaa Chioukh** : C'est une chaîne oligocène marine son altitude moyenne comprise entre 600 et 800m.

En raison de son climat semi-aride, ils sont exposés à l'érosion.

- **Les Monts de Téssala** : occupent le Sud d'Oran et une partie d'Aïn Témouchent et Sidi Bel Abbès. D'une altitude moyenne de 800m, culminent au sommet du Djebel Téssala (1061m) à Djebel Bouhaneche.

Sa couverture végétale très dégradée et les conditions climatiques ont contribué à la propagation de l'érosion.

- **Le Djebel Murdjadjo** : est une petite chaîne côtière qui domine la ville d'Oran. D'une altitude moyenne de 500m, Elle culmine dans sa partie occidentale à 589 m.

Sa couverture végétale demeure importante.

- **Le Dahra Ouest** : Présentant une altitude de l'ordre de 500m. il est caractérisée par l'absence d'une couverture végétale.

b) Les espaces des plaines :

- **Les plaines littorales et sublittorales** : Cette zone contient des plaines dites littorales d'El Malah, d'Ain El Turk, d'Oran Est, Habra, Sig, d'Achaacha, Sidi Lakhdar.

- **Les Monts de Daïa** : font partie de l'Atlas tellien et constituent un relief accidenté. Leur altitude varie entre 1 300 et 1 400 mètres. La pluviométrie diminue et n'est que de 400 mm/an.
- **Les Monts de Saïda** : sont constitués par un relief accidenté et vaste découpé par l'érosion. De nombreuses cours d'eau en proviennent : Oued Tifrit, Oued Sidi Minmoun et Oued Saïda.
- **Les Monts des Béni Chougrane** : se caractérisent par des reliefs accidentés et une forte érosion.
Leur altitude moyenne est de 700 m (le point culminant est 932 m dans les environs de la localité d'El Bordj)

b) Les plaines intérieures :

Les ressources agricoles les plus importantes se localisent dans les plaines de Maghnia, Hennaya, Sidi Bel Abbes et Mascara. Ces derniers restent vulnérables à cause de nombreux problèmes, notamment la sécheresse et l'érosion.

c) Les espaces substeppiques :

Se situe au Sud de la région, au Sud des wilayas de Tlemcen et de Sidi Bel Abbés. Ils sont utilisés en agriculture intensive et en céréales sèches, mais leurs rendements sont faibles et souffrent de la désertification.

I.3.2 Cadre géologique :

La nature géologique actuelle de la région d'étude est la conséquence des mouvements Hersiniens et Alpin qui ont conduit à la formation de plusieurs domaines qui sont du Nord au Sud:

- l'atlas tellien qui est une chaîne alpine prenant ça direction de l'Est vers l'Ouest ;
- le domaine Tlemcenien ou (*Meseta*) Oranaise qui est une zone de transition entre le domaine tellien et les hautes plaines Oranaise (Gautier E. F., 1909 in Asnoun S., 2019) ;
- les hautes plaines Oranaise, limitées au Nord par la Meseta Oranaise et au Sud par l'atlas saharien et se caractérise par une série de failles (Dahmani A., 2010 in Asnoun S., 2019).

La carte géologique du Nord-Ouest Algérien (figure 03) montre plusieurs formations géologiques d'âge allant du paléozoïque au quaternaire (Ministère de l'hydraulique, Bureau National des Etudes Forestières in Asnoun S., 2019).

I.3.2.1 Paléozoïque :

Les formations du paléozoïque sont très peu nombreuses et peuvent être observées dans la région de l'Oued Lilly située sur la rive de l'Oued Rhiou à 95 km au Sud du barrage de Guerguer (Asnoun S., 2019).

I.3.2.2 Mésozoïque :

A- Jurassique : La région d'Oran est la région où les formations du Jurassique apparaissent avec leurs formes complètes et développées avec une large extension couvrant un grand pourcentage des montagnes de l'atlas tellien d'altitude supérieur à 1000 m. Le jurassique affleure dans la région de Ras Frat à côté d'Arzew, à Ras Falcon et dans les montagnes d'Oran et les montagnes de Traras, sous forme de couches calcaire déposées en alternance avec des marnes vertes. Il affleure aussi au niveau de Tlemcen et Sebdo, l'ingénieur français "Leidowitzich Phil" le décrit comme une bande au centre de la wilaya de Tlemcen à partir de ses frontières occidentales jusqu'aux frontières orientales avec la wilaya de Sidi Bel Abbès, ces formations semblent également s'étendre sous forme d'une bande formée dans l'extrême Sud des wilayas de Mascara et de Sidi Bel Abbès (PERON A., 1983 in Asnoun S., 2019).

B- Crétacé : Cette époque a connu une transgression de la mer ce qui a conduit à la création d'importantes dépressions sur le tell actuel formant des bassins dans lesquels des sédiments de grande épaisseur ont été déposés caractérisés par une alternance de calcaire et de marne.

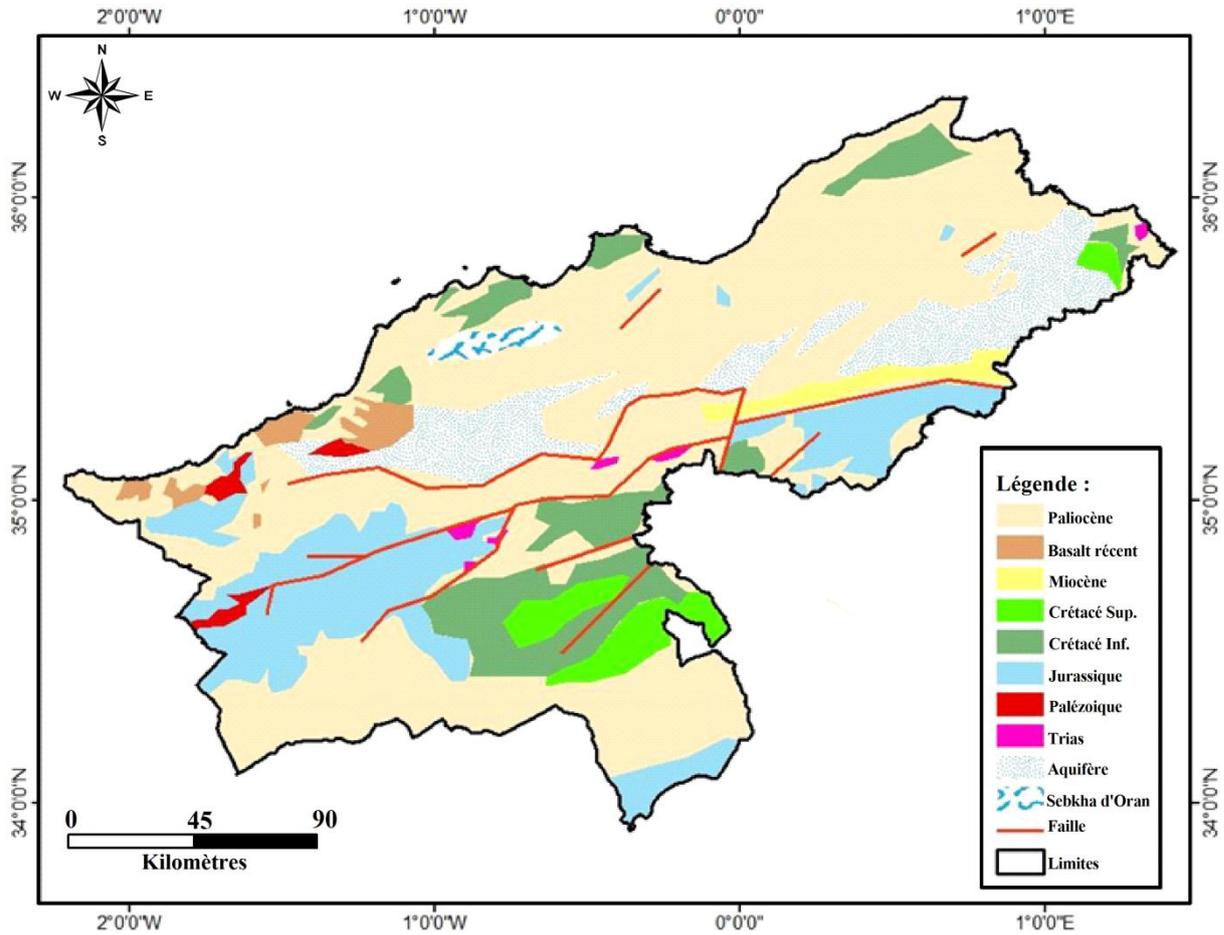


Figure 03 : Carte géologique du Nord-Ouest Algérien (Source : ANAU 2000 in Asnoun S., 2019, modifiée).

B-1 Crétacé inférieur : caractérisé par des séries parallèles de roches calcaro-marneuses facilement identifiables d'une couleur blanchâtre, observées à l'Est de Mostaganem, dans la commune de Sidi Ali, au Djebel Bohashem et la région de Bousfer dans la wilaya d'Oran et au centre de la wilaya de Sidi Bel Abbès. Egalement répandu à l'est de Tlemcen formant une bande parallèle à la mer et comprise entre les hauts plateaux au Sud et la plaine de Sidi Bel Abbès et Icer au Nord, formée principalement de couches de calcaire gris très compact et dure contenant des dolomites, des quartz et des argiles schisteuses (Pomel et Pouyane 1989 in Asnoun S., 2019).

B-2 Crétacé supérieur : affleure au centre de la wilaya de Sidi Bel Abbès entouré par les formations du Crétacé inférieur et affleure aussi à l'extrême Est de la wilaya de Ghelizane au niveau de Ain Tarek, exactement dans la région de Djebel Bourekba culminant 800 m.

I.3.2.3 Tertiaire :

Les formations du Tertiaire se limitent à l'ère miocène, qui a connu un mouvement tectonique dans lequel de nombreuses formations sédimentaires ont été déformées, et elles apparaissent sur la carte (Figure 03) étendue sous la forme d'une bande longitudinale de couleur

jaunâtre, au centre de la Wilayat de Mascara de l'Ouest : région de Sidi Hanifi, à l'extrême Est de la Wilayat : région d'Ouled Sidi Youcef, en passant par la région d'Ouled Sidi Al-Safi. Les géologues M. Bleicher et M. Paumel ont prouvé l'existence des formations d'âge miocène à travers de nombreux fossiles (oursins) collectés dans certaines parties de la région d'Oran, qui s'étendent enfouies dans le bassin de Chélif jusqu'à la ville de Chélif, elles apparaissent également dans la région de Maghnia à Tlemcen (PERON A., 1983 in Asnoun S., 2019).

I.3.2.3 Quaternaire :

Cette époque est caractérisée par des sédiments sur les côtés des cours d'eau, représentés par les formations du pliocène (pliocène), selon Pomel les formations de cet âge sont des couches de marnes et de grès dont l'épaisseur dépasse les 50 m rarement. Selon la carte géologique (figure 03) elles représentent la plus majeure partie du territoire de la région. Elles se propagent dans la partie Nord des wilayas de Relizane et de Mascara, le centre et le Nord de la wilaya Mostaganem et le Sud des wilayas d'Oran, de Sidi Bel Abbes et de Tlemcen. Parmi les phénomènes géomorphologiques importants de la région, l'existence de deux grandes failles parallèles qui s'étendent d'Est en Ouest à travers les wilayas de Tlemcen, de Sidi Bel Abbes et de Mascara, la longueur de la faille Nord est de 894 km tandis que la longueur de la faille Sud dépasse 250 km à travers la chaîne de montagnes de la colline de l'atlas tellien à travers les formations jurassique et pliocène (Asnoun S., 2019).

I.4 Conclusion :

La zone d'étude comprend trois bassins de collecte, et on peut observer la diversité des paysages dans cette zone, mais elle se dégrade constamment. Du point de vue géologiques, les formations affleurant ont un âge allant du paléozoïque au quaternaire.

CHAPITRE II
HYDROCLIMATOLOGIE

II. 1. Introduction :

Afin de réaliser une étude hydroclimatologique, nous nous appuyons sur l'analyse des précipitations et des températures.

Ces données nous permettent de déterminer le climat dominant, d'estimer les infiltrations et l'évaporation et de connaître les réserves d'eau.

Les données climatiques utilisées dans cette étude ont été collectées auprès des stations météorologiques de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida, sur une période de 10 ans d'observation.

Tableau 02 : Caractéristiques des stations de mesure

Stations	Altitude (m)	Coordonnées UTM		Période d'observation
		X	Y	
Tlemcen	247	120.610	198.389	2009-2019
Mostaganem	138	266.363	289.886	
Saida	752	267.014	176.701	

Source : ONM, 2021.

II. 2. Caractérisation du climat :

II.2.1. Diagramme ombrothermique :

Il représente les variations mensuelles des températures et des précipitations. Il met en évidence les périodes sèches et humides.

Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953), un mois est considéré comme sec, si le total des précipitations (P) exprimées en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne (T) du mois, exprimée en degré centigrade ($P \leq 2T$).

D'après ces diagrammes représentés par les Figure 04, 05 et 06, nous pouvons déduire deux périodes bien distinctes :

- Une saison sèche et chaude qui s'étale du mois d'Avril (19.21 °C à Tlemcen, 16.51 °C à Mostaganem) et du début du mois de Mai à Saida (19.62 °C) jusqu'au mois : d'Octobre pour les trois stations.
- Une saison humide qui s'étend du mois d'Octobre (pour les trois stations) jusqu'au mois d'Avril (pour les stations de Tlemcen et Mostaganem) et début du mois de Mai pour la station de Saida.

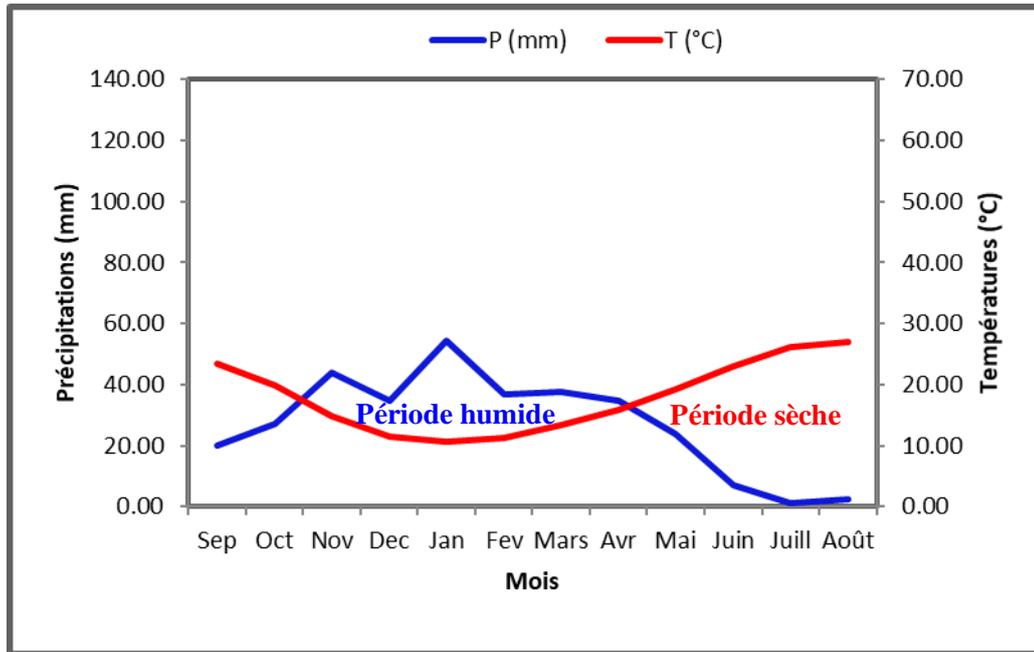


Figure 04 : Diagramme ombrothermique de la station de Tlemcen (2009-2019).

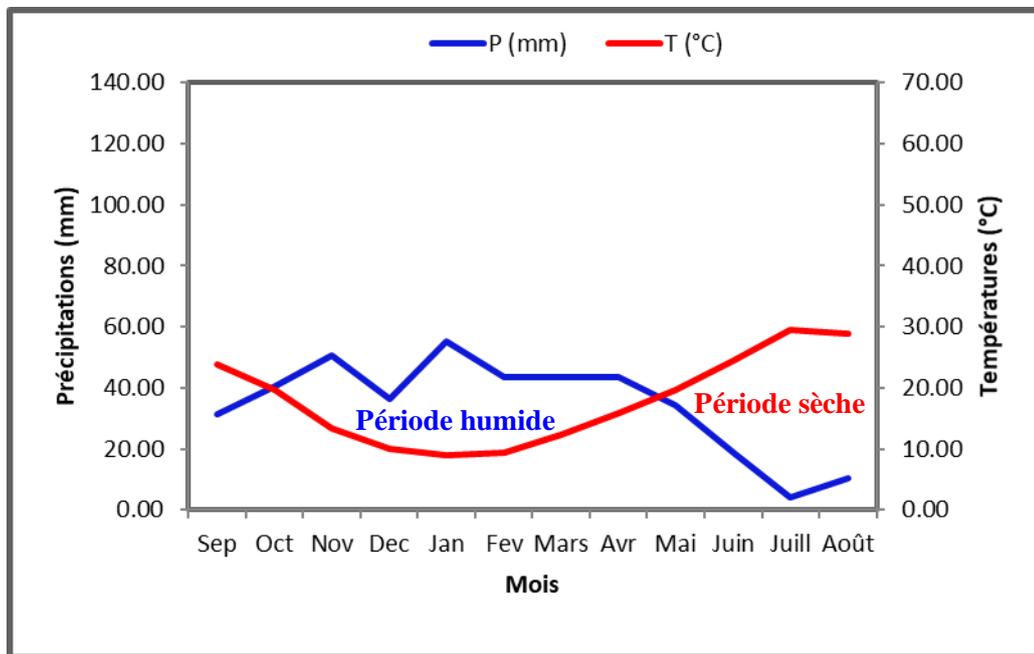


Figure 05 : Diagramme ombrothermique de la station de Saida (2009-2019).

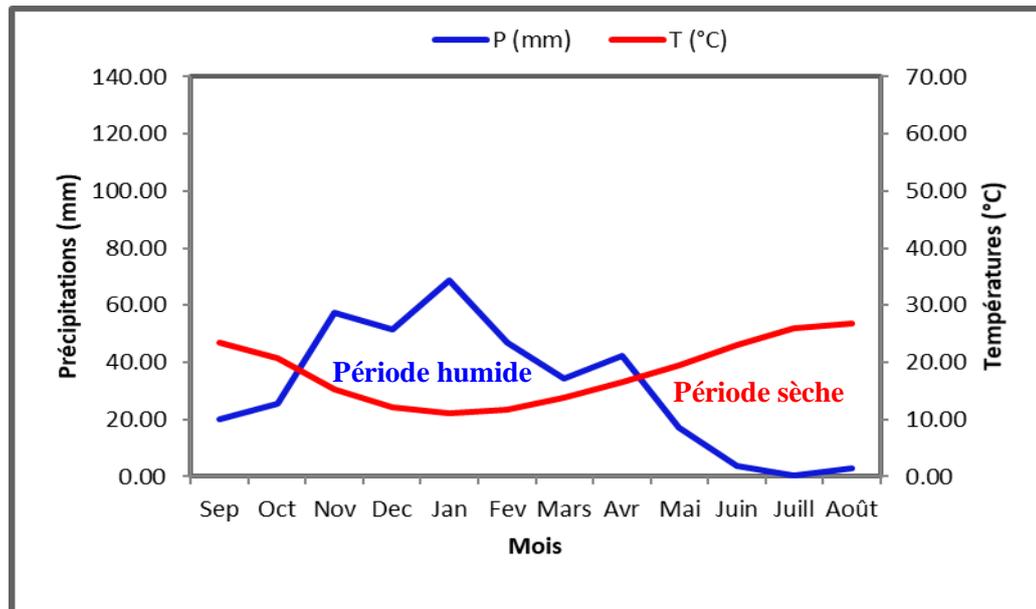


Figure 06 : Diagramme ombrothermique de la station de Mostaganem (2009-2019).

II. 2. 2. Climagramme de Louis Emberger :

Pour déterminer les types de climat, L Emberger a proposé la détermination d'un quotient pluviométrique Q.

Ce dernier dépend des précipitations moyennes annuelles et des moyennes des températures minimales et maximales, respectivement des mois les plus froids et les plus chauds.

$$Q = \frac{p}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \cdot 1000$$

Où :

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (degrés/Kelvin)

m : moyenne des minimas du mois le plus froid (degrés/Kelvin) (in Bakria M., 2017).

L'application numérique pour les trois stations donnent les résultats suivants :

Tableau 03 : Paramètres du climagramme d'Emberger.

Stations	Années	P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q	Type de climat
Tlemcen	2009/2010	323.92	299.92	283.69	68.39	Semi-aride
Saida	2009/2010	411.18	302.44	281.95	68.68	Semi-aride
Mostaganem	2009/2010	371.15	299.77	284.09	81.08	Semi-aride

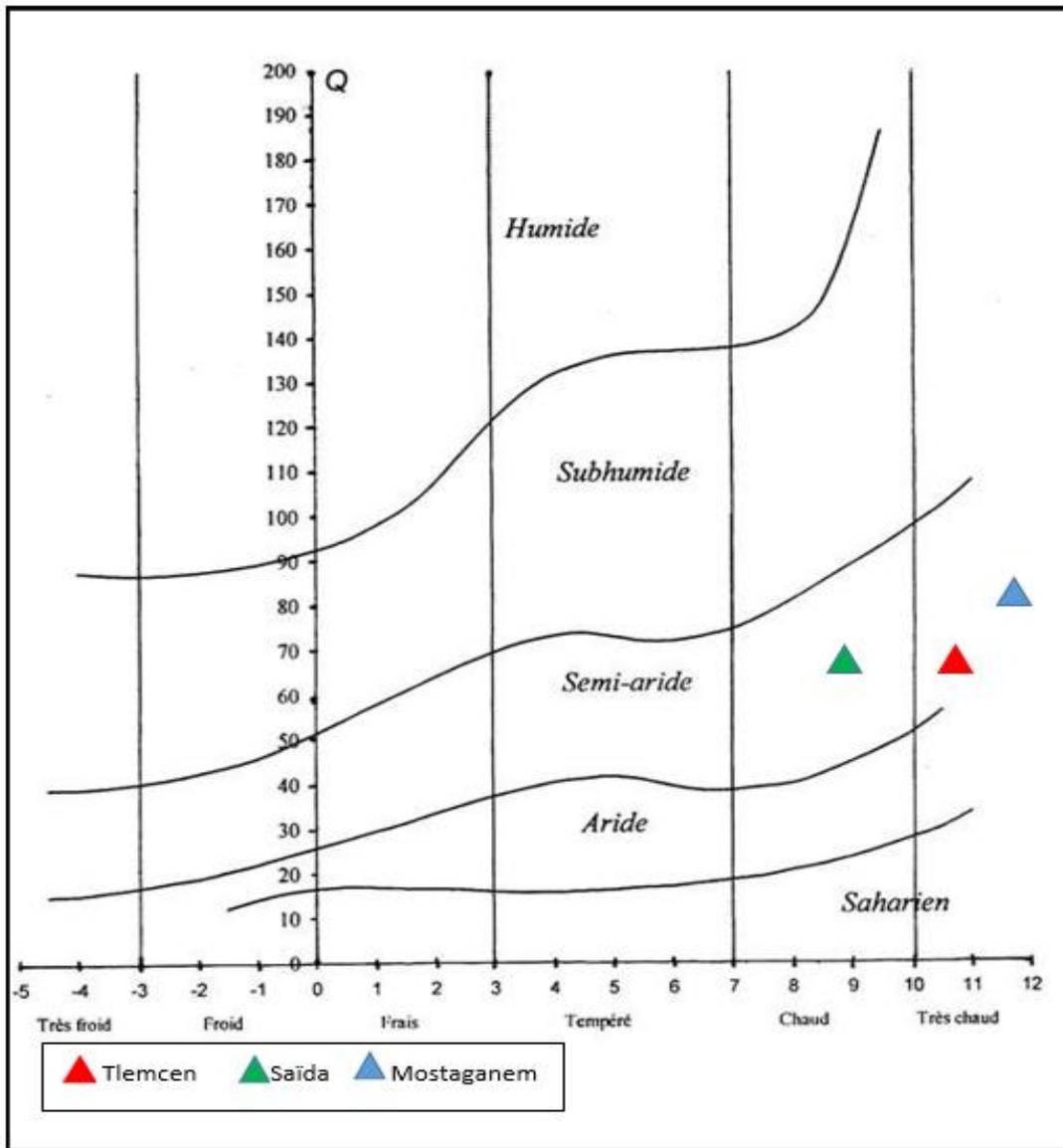


Figure 07 : Climagramme d'Emberger des stations de Tlemcen, Mostaganem et Saïda.

Il est à noter que Q a été calculé pour suivre l'évolution du climat. Le rapport des stations météorologiques utilisées permet de dire que :

- L'étage climatiques de Tlemcen et de Mostaganem est Semi-aride à hiver très chaud.
- Le climat de la ville de Saïda est Semi-aride à hiver chaud.

II. 2. 3. Calcul de l'indice d'aridité de De Martonne :

L'aridité est un phénomène climatique impliquant une pluviométrie faible. Dans les régions dites arides, les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle (ETP) (Bakria M 2017).

En 1926, Emmanuel de Martonne a élaboré un système de classification des climats par une Méthode statistique, pour caractériser le pouvoir évaporant de l'air à partir de la température et la précipitation (Figure 08). Cet indice est calculé selon la formule suivante :

$$IDM = \frac{P}{(T + 10)}$$

- IDM : Indice d'aridité annuelle.
- P : précipitation moyenne annuelle en mm.
- T : température moyenne annuelle en °C.

Le type de climat selon la valeur de l'indice de De Martonne :

- $IDM < 5$: climat hyperaride.
- $5 < IDM < 7,5$: climat désertique.
- $7,5 < IDM < 10$: climat steppique.
- $10 < IDM < 20$: climat semi-aride.
- $20 < IDM < 30$: climat tempéré.
- $30 < IDM < 55$: Humide

L'aridité augmente quand l'indice diminue

L'interprétation des données météorologiques pour les stations des villes étudiées pour la période 2009-2019 montre que :

Station de Tlemcen :

P = 323.92 mm. T= 17.99°C

IDM= 11,57

Station de Saida :

P = 411.18 mm. T= 17.86°C

IDM= 14,75

Station de Mostaganem :

P = 371.15mm. T= 18.35°C

IDM= 13,09

La valeur de l'Indice d'aridité annuelle IDM = 11,32, 14,66 et 13,23 où $10 < IDM < 20$, ce qui implique que le climat est de type semi aride.

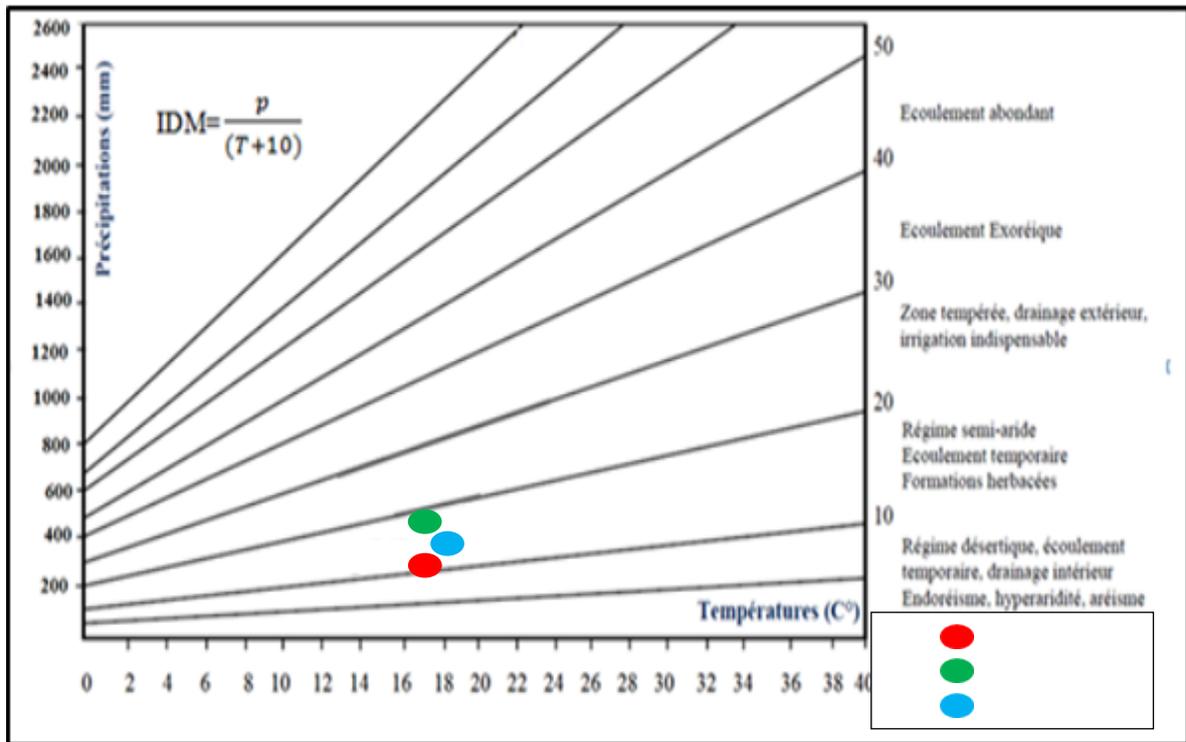


Figure 08 : Abaque de l'indice d'aridité annuel de De Martonne.

II. 3. Les facteurs climatiques :

Les facteurs climatiques dans leur ensemble permettent d'expliquer quantitativement l'intensité et la variabilité des composantes du régime hydrologique, dans le temps et dans l'espace, en interaction avec les conditions physico-géographiques de l'écoulement.

II. 3. 1. Les précipitations :

Les précipitations sont un facteur essentiel caractérisant le climat d'une région et un élément principal du bilan hydrique. Les précipitations jouent un rôle prépondérant dans le comportement hydraulique des cours d'eaux et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines pour constituer à moyen terme des ressources mobilisables non négligeables (Haied N., 2015).

II. 3. 1. 1. Les précipitations moyennes mensuelles :

Les précipitations moyennes mensuelles sont calculées à partir des données des hauteurs des précipitations de chaque mois sur une période de 10 ans (2009-2019) pour les trois stations. Les variations mensuelles et pluriannuelles des précipitations sont résumées dans le (Tableau 04) :

Tableau 04 : Les précipitations moyennes mensuelles (mm).

Mois \ Stations	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Totale
Tlemcen	19.81	27.23	43.84	34.79	54.20	36.70	37.49	34.81	23.93	7.19	1.35	2.59	323.92
Mostaganem	20.04	25.50	57.46	51.72	68.53	46.89	34.34	42.52	17.02	3.66	0.61	2.87	371.15
Saida	31.11	40.61	50.49	36.30	55.17	43.56	43.63	43.41	34.14	18.59	3.96	10.21	411.18

L'histogramme des précipitations moyennes mensuelles (Figure 09) des stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida montre une hétérogénéité importante des précipitations d'un mois à l'autre avec un maximum de l'ordre de 54.20 mm à Tlemcen, 68.53 mm à Mostaganem et 55.17 mm à Saida durant le mois de Janvier, et avec un minimum de 1.35 mm à la station de Tlemcen, 0.61mm à la station de Mostaganem et 3.96 mm à la station de Saida pendant le mois de Juillet.

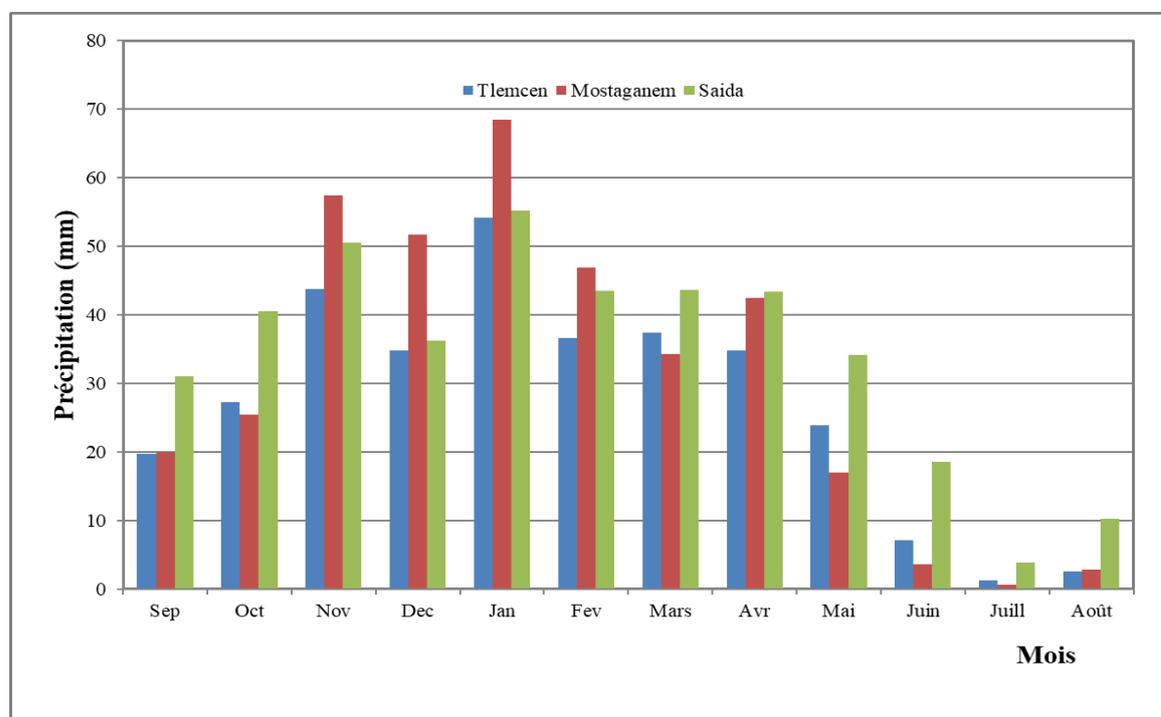


Figure 09 : Histogramme des précipitations moyennes mensuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).

II. 3. 1. 2. Répartition saisonnière des précipitations :

Il est connu que le taux des précipitations diffère d'une saison à l'autre, pour déterminer les quantités nous nous sommes intéressés aux précipitations saisonnières (**Automne** : Septembre,

Octobre, Novembre. **Hiver** : Décembre, Janvier, Février. **Printemps** : Mars, Avril, Mai. **Été** : Juin, Juillet et Août). Ce choix nous a amené aux constatations suivantes :

Tableau 05 : Variation saisonnière des précipitations aux stations (2009-2019).

Saisons Stations	Automne		Hiver		Printemps		Été		Totale	
	mm	%	Mm	%	Mm	%	mm	%	mm	%
Tlemcen	90.88	28.05	125.69	38.80	96.23	29.71	11.13	3.44	323.92	100
Mostaganem	103	27.75	167.14	45.03	93.88	25.30	7.14	1.92	371.15	100
Saida	122.21	29.72	135.03	32.84	121.18	29.47	32.76	7.97	411.18	100

D'après le tableau 05 :

- En automne les précipitations sont de 90.88 mm à Tlemcen, 103 à Mostaganem et 122.62 à Saida.
- L'hiver est la saison la plus pluvieuse avec 125.56 mm à Tlemcen, 167.14 à Mostaganem et 135.03 à Saida.
- Le Printemps, le totale des précipitations est de 96.23 mm à Tlemcen, 93.88 à Mostaganem et 121.18 à Saida.
- En Été, la pluviométrie enregistrée est la plus faible par rapport aux autres saisons, elle est de 11.13 mm à Tlemcen, 7.14 à Mostaganem et 32.76 à Saida.

Ce qui implique que le climat des villes étudiées se caractérise par HAPE.

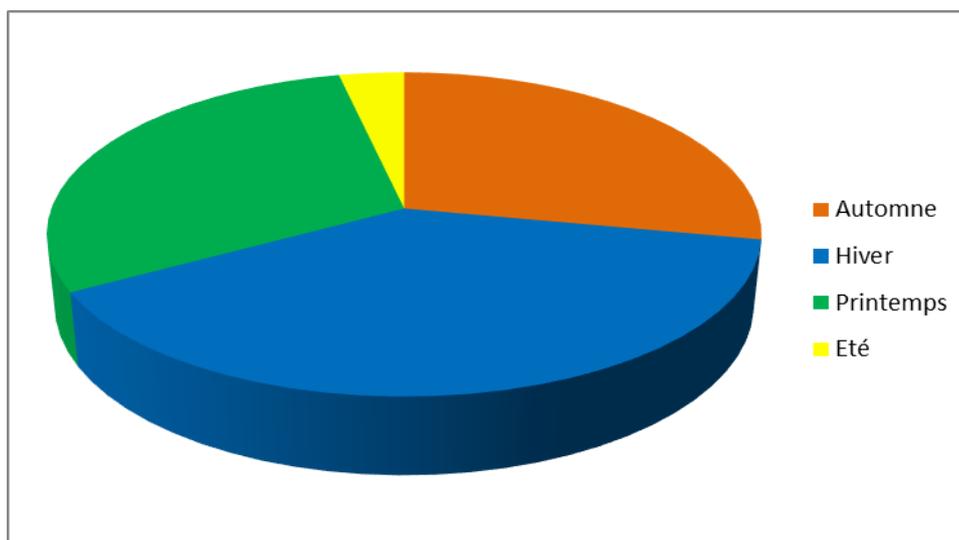


Figure 10 : Répartition saisonnière des précipitations à la station de Tlemcen (2009-2019).

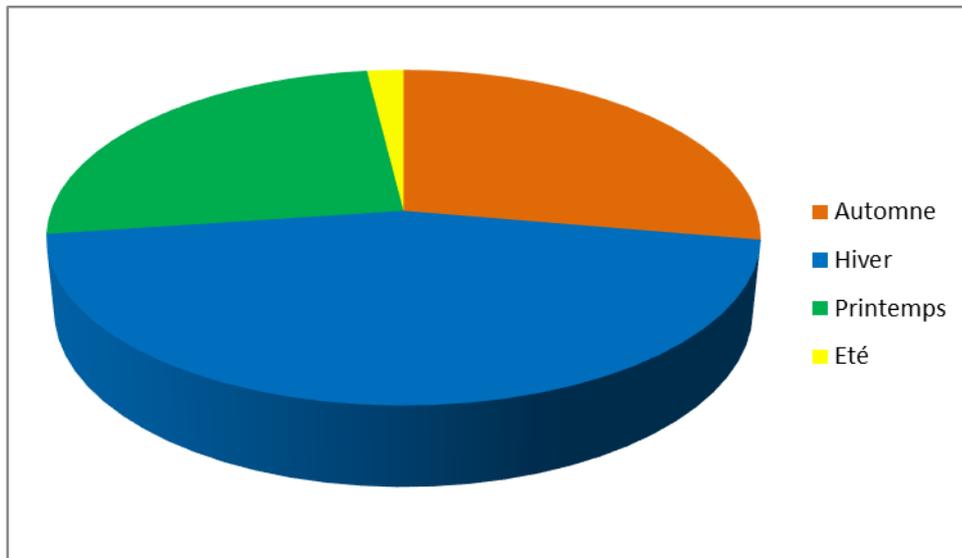


Figure 11 : Répartition saisonnière des précipitations à la station de Mostaganem (2009-2019).

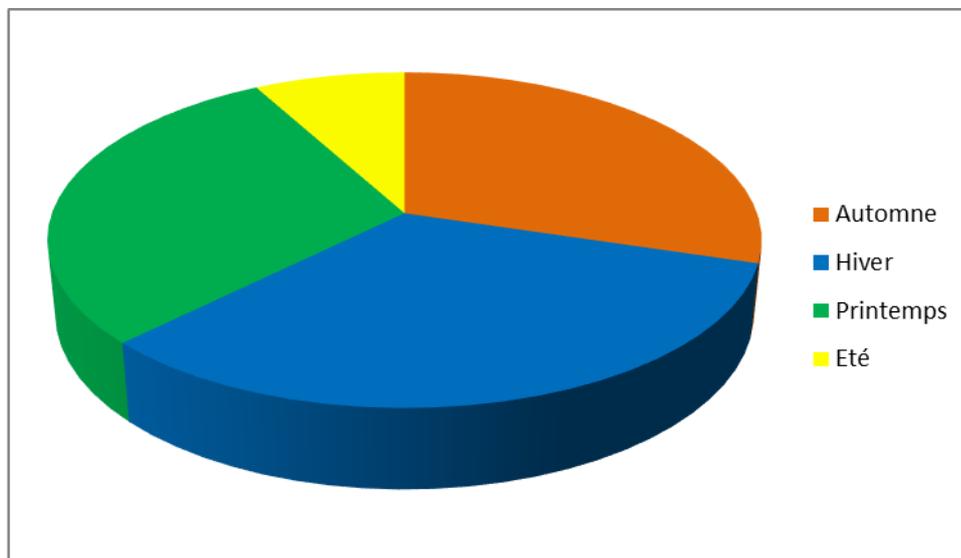


Figure 12 : Répartition saisonnière des précipitations à la station de Saida (2009-2019).

II. 3. 1. 3. Les précipitations moyennes annuelles :

La variabilité interannuelle des précipitations est exprimée par le coefficient pluviométrique (CP). Ce paramètre est très important dans la détermination des années excédentaires et déficitaires. Il est obtenu par le rapport de la pluviométrie d'une année à la pluviométrie moyenne d'une série à une station donnée.

$$CP = \frac{P}{\bar{P}}$$

Le coefficient pluviométrique est en relation proportionnelle avec la pluviométrie Nous avons deux cas :

- CP > 1: année excédentaire.
- CP < 1: année déficitaire (Haied N, 2015).

Remarque : la pluviométrie annuelle moyenne (\bar{P}) est :

- Station de Tlemcen : $\bar{P}=313.90$ mm.
- Station de Mostaganem : $\bar{P}=375.24$ mm.
- Station de Saida : $\bar{P}= 408.66$ mm.

Tableau 06 : Précipitations moyennes annuelles et Coefficients pluviométriques de la station de Tlemcen (2009-2019).

Années	Hauteur annuelle des précipitations P (mm)	Coefficient Pluviométrique	Les années déficitaires et excédentaires
2009/2010	383.82	1.18	Excédentaire
2010/2011	380.73	1.18	Excédentaire
2011/2012	272.94	0.84	Déficitaire
2012/2013	544.84	1.68	Excédentaire
2013/2014	294.45	0.91	Déficitaire
2014/2015	340.35	1.05	Excédentaire
2015/2016	201.91	0.62	Déficitaire
2016/2017	226.06	0.70	Déficitaire
2017/2018	310.38	0.96	Déficitaire
2018/2019	283.69	0.88	Déficitaire

Tableau 07 : Précipitations moyennes annuelles et Coefficients pluviométriques de la station de Mostaganem (2009-2019).

Années	Hauteur annuelle des précipitations P (mm)	Coefficient Pluviométrique	Les années déficitaires et excédentaires
2009/2010	348.52	0.94	Déficitaire
2010/2011	360.99	0.97	Déficitaire
2011/2012	358.66	0.97	Déficitaire
2012/2013	618.27	1.67	Excédentaire
2013/2014	477.52	1.29	Excédentaire
2014/2015	452.33	1.22	Excédentaire
2015/2016	256.29	0.69	Déficitaire
2016/2017	288.81	0.78	Déficitaire
2017/2018	297.87	0.80	Déficitaire
2018/2019	252.2	0.68	Déficitaire

Tableau 08 : Précipitations moyennes annuelles et Coefficients pluviométriques de la station de Saida (2009-2019).

Années	Hauteur annuelle des précipitations P (mm)	Coefficient Pluviométrique	Les années déficitaires et excédentaires
2009/2010	476.23	1.16	Excédentaire
2010/2011	366.32	0.89	Déficitaire
2011/2012	373.38	0.91	Déficitaire
2012/2013	633.94	1.54	Excédentaire
2013/2014	331.97	0.81	Déficitaire
2014/2015	482.57	1.17	Excédentaire
2015/2016	394.9	0.96	Déficitaire
2016/2017	343.1	0.83	Déficitaire
2017/2018	422.4	1.03	Excédentaire
2018/2019	287	0.70	Déficitaire

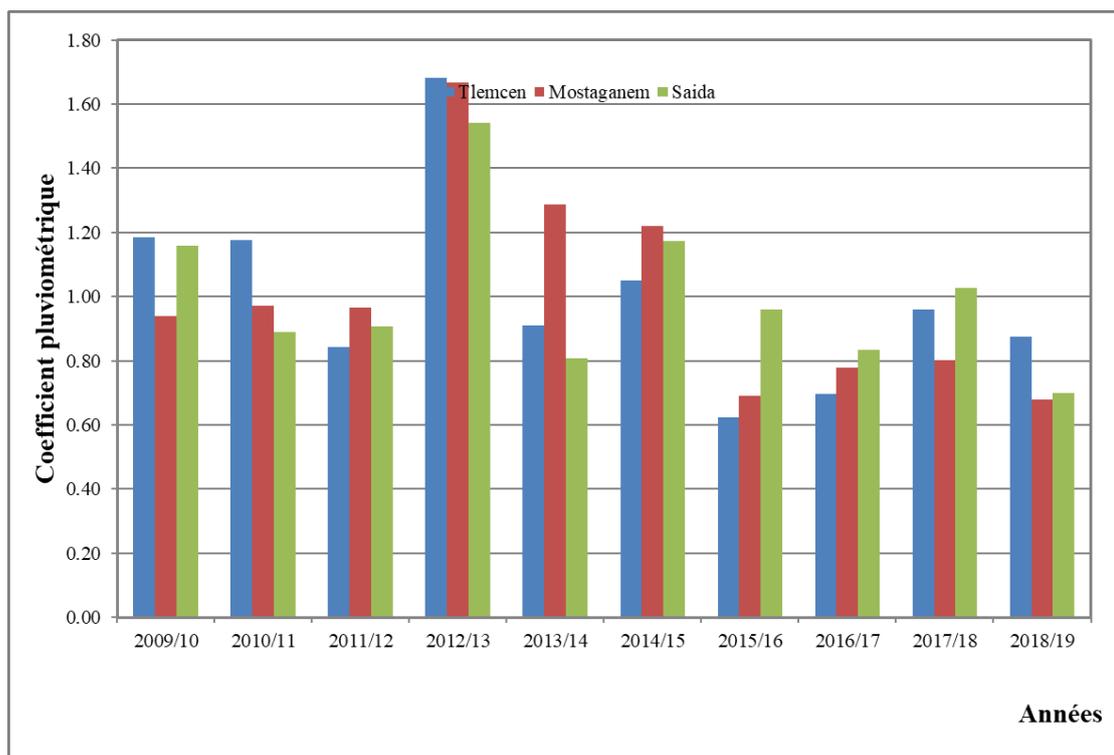


Figure 13 : Les variations du coefficient pluviométrique aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).

D'après l'histogramme (Figure 13 et les tableaux 06,07 et 08), on peut remarquer que les années excédentaires sont inférieures aux années déficitaires. Les années déficitaires sont de l'ordre de 4 à Tlemcen et Saida et 3 à Mostaganem sur les dix (10) années de la période d'observation.

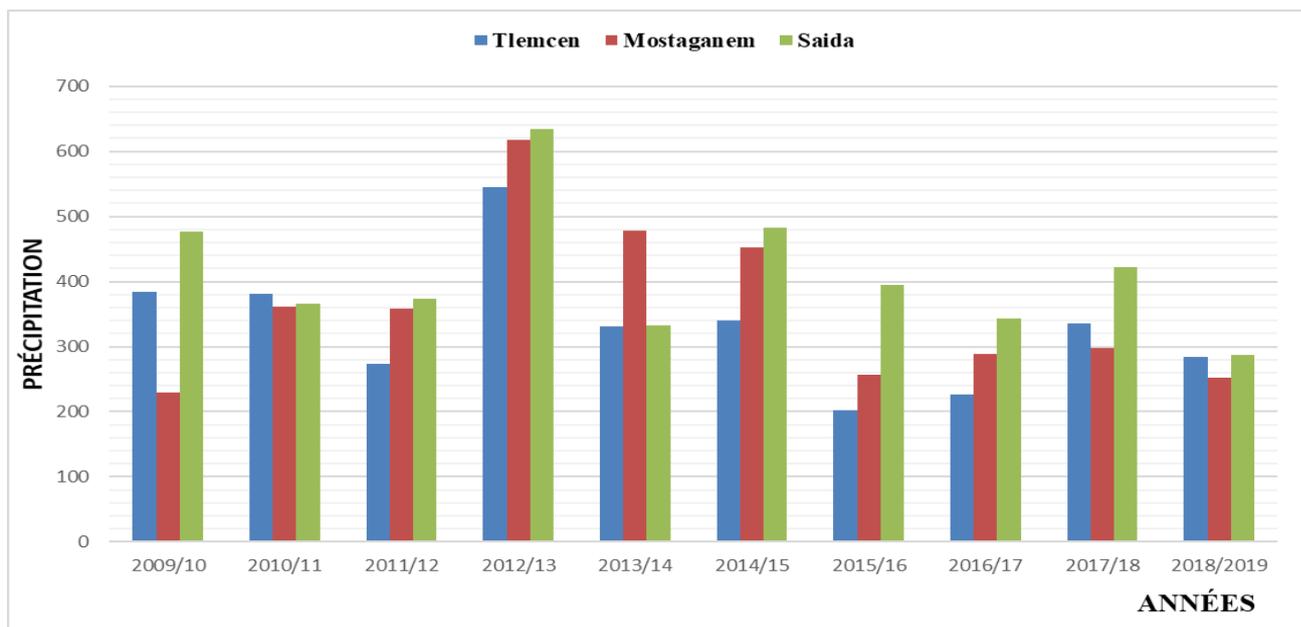


Figure 14 : Les variations des précipitations annuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).

II. 3. 2. La Température :

Les températures sont un facteur climatique très important qui régit directement, en interaction avec les autres facteurs météorologiques (humidité, précipitation, etc.) et biogéographiques, le développement de la végétation, le phénomène de l'évapotranspiration et ainsi que le déficit d'écoulement annuel et saisonnier (Khadri S. 2009)

II. 3. 2. 1. La température moyenne mensuelle :

La température moyenne mensuelle mesurée aux trois stations pour la période (2009-2019), sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 09 : Températures moyennes mensuelles pour la période (2009-2019) :

Stations	Mois												Moy.
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin	Juill.	Août	
Tlemcen	23.41	19.90	14.82	11.57	10.69	11.21	13.28	15.87	19.21	22.93	26.07	26.92	17.99
Mostaganem	23.50	20.83	15.24	12.05	11.09	11.81	13.79	16.51	19.56	23.06	26.02	26.77	18.35
Saida	23.75	19.63	13.28	10.05	8.95	9.39	12.22	15.90	19.64	24.49	29.44	28.89	17.86

L'histogramme de la température moyenne mensuelle (figure 15) nous montre une différence assez proche des valeurs de la température entre les stations. Nous remarquons aussi

que le mois le plus chaud est le mois d'Août (avec une température de l'ordre de 26.92 °C à Tlemcen et 26.77 °C à Mostaganem), et le mois de Juillet à Saida (29.44 °C). Le mois le plus froid est le mois de Janvier avec 10.69 °C à la station de Tlemcen, 11.09 C° à Mostaganem et 8.95 °C à Saida.

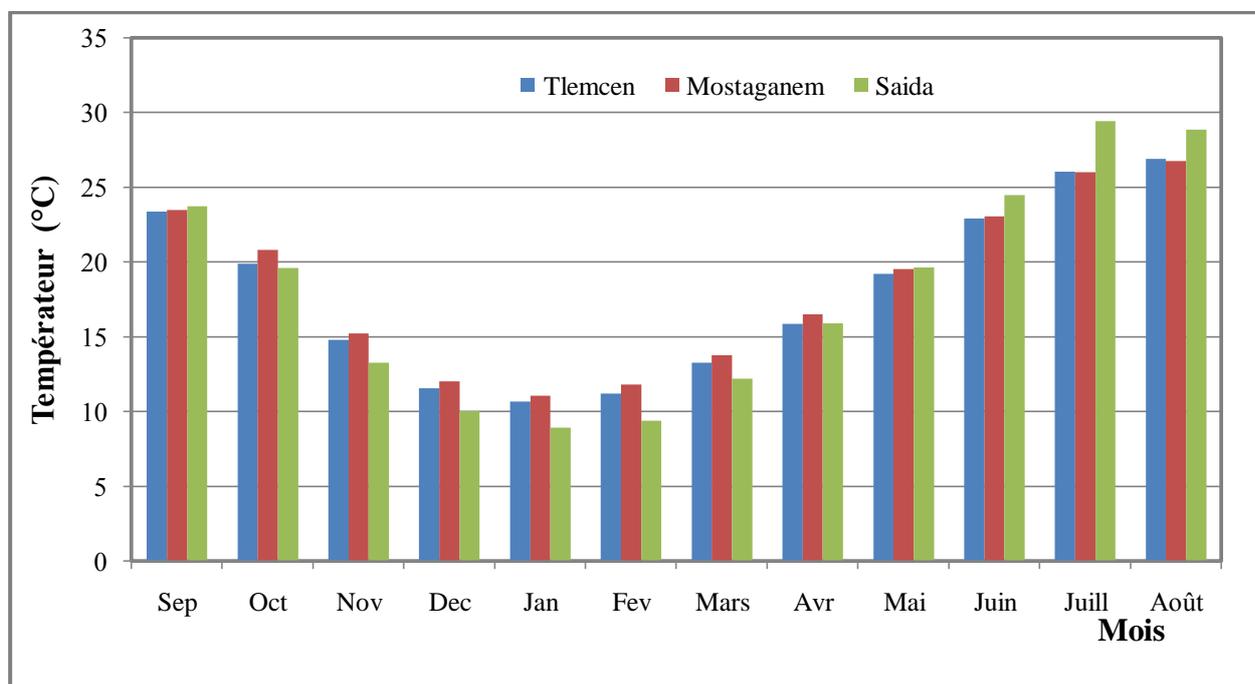


Figure 15 : Histogramme des températures moyennes mensuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).

II. 3. 2. 2. La température moyenne annuelle :

La température moyenne annuelle sur une période de 10 ans pour les trois stations de mesure est reportée dans le tableau n°10 et sont respectivement de 17.99 °C à Tlemcen, 18.35 °C à Mostaganem et 17.68 °C à Saida.

Tableau n°10 : Températures moyen annuelles(C°).

Années	Tlemcen	Mostaganem	Saida
2009/10	18.58	18.62	17.58
2010/11	18.20	18.78	17.44
2011/12	17.59	17.53	15.57
2012/13	17.34	17.53	16.47
2013/14	17.77	17.48	16.85
2014/15	18.31	18.07	17.73
2015/16	18.27	17.84	19.47
2016/17	18.61	19.48	20.08
2017/18	17.51	18.85	18.31
2018/19	17.73	19.35	19.10
Moyenne	17.99	18.35	17.68

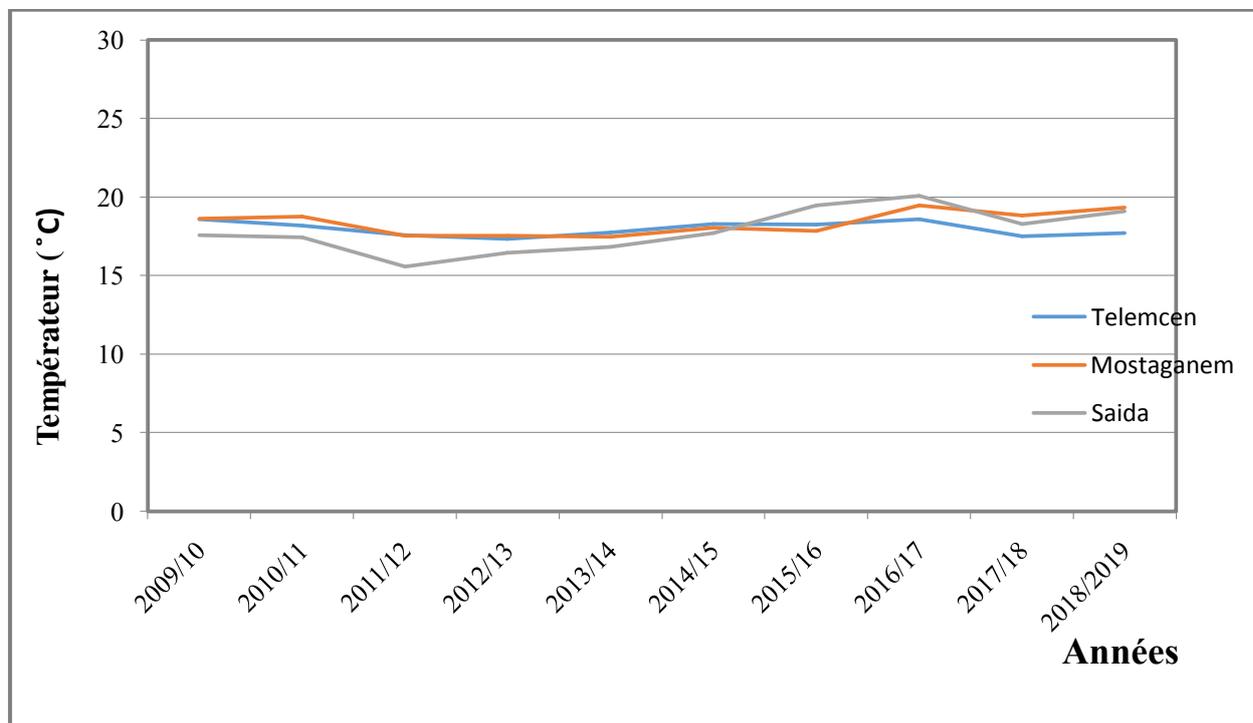


Figure 16 : Courbe de variation des températures moyennes annuelles aux stations de Tlemcen, de Mostaganem et de Saida (2009-2019).

II. 4. Estimation des paramètres du bilan hydrique :

Le bilan hydrique est établi pour un lieu et une période donnés par comparaison entre les apports et les pertes en eau dans ce lieu et pour cette période. Les apports d'eau sont effectués par les précipitations. Les pertes sont essentiellement dues à la combinaison de l'évaporation et la transpiration, que l'on désigne sous le terme d'évapotranspiration. Le bilan hydrique englobe l'étude des paramètres suivants :

- L'évapotranspiration.
- Les écoulements de surface ou ruissellement.
- L'infiltration

II. 4. 1. Définition de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration constitue un élément important du bilan hydrologique. Elle représente la quantité d'eau qui s'évapore et retourne vers l'atmosphère sous forme de vapeur.

Elle résulte de la combinaison de deux phénomènes l'un physique (évaporation) et l'autre biologique qui est lié au couvert végétal (transpiration) (Haied N, 2015).

II. 4. 2. Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) :

L'ETR est la quantité d'eau généralement exprimée en mm évaporée ou transpirée par : le sol, les végétaux et les surfaces libres d'un bassin versant (mer, lac, cours d'eau...) et se manifeste de fait en conditions naturelles dans un site donné, compte tenu de la demande climatique de l'air et de la disponibilité en eau du sol (Haied N, 2015). Pour le calcul de L'ETR trois formules sont utilisées :

- ✚ Formule de Turc.
- ✚ Formule de Coutagne.
- ✚ Formule de Thornthwaite.

A- Formule de Turc :

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{(0,9 + \frac{P^2}{L^2})}} L = 300 + 25t + 0.05t^2$$

Avec :

ETR : Évapotranspiration réelle annuelle en mm.

P : Précipitation annuelle en mm.

T : Température moyenne annuelle en °C.

L : Pouvoir évaporant.

Les résultats sont portés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : ETR annuelle selon la méthode de Turc.

Paramètres Stations	P (mm)	T (°C)	L	ETR (mm/an)
Tlemcen	323.92	17.99	765.93	311.86
Mostaganem	371.15	18.35	775.59	349.30
Saida	411.18	17.86	762.45	376.80

B- Formule de Coutagne :

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

Cette formule n'est valable que si la quantité des précipitations répond à la condition Suivante :

$$\lambda = \frac{1}{8\lambda} < p < \frac{1}{2\lambda} \quad \text{pour} \quad \lambda = \frac{1}{0.8 + 0.1T}$$

Avec :

ETR : L'évapotranspiration réelle en m.

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

T : Température moyenne annuelle en °C.

Donc :

Tableau 12 : ETR selon la méthode de Coutagne.

Paramètres Stations	P (m)	T (°C)	λ	$\frac{1}{8\lambda}$	$\frac{1}{2\lambda}$	ETR (m/an)
Tlemcen	0.32392	17.99	0.39	0.32	1.28	–
Mostaganem	0.37115	18.35	0.37	0.34	1.35	0.32
Saida	0.41118	17.86	0.39	0.32	1.28	0.25

II. 4. 3. Interprétation du bilan hydrique :

D'après le bilan hydrique pour les trois stations, selon la méthode de Thornthwaite, la RFU (réserve facilement utilisable) commence à se reconstituer à partir du mois de Novembre dans les trois stations pour atteindre son maximum 26 mm de Janvier (à Tlemcen) et Décembre (à

Mostaganem et Saida) et s'épuise totalement au mois de Mai accompagnée par l'apparition du Déficit Agricole (DA) qui s'étend jusqu'au mois d'Octobre.

L'ETP atteint son maximum au mois de Juillet 158.5 mm à Tlemcen et 156.4 mm à Mostaganem et 198.6 mm à Saida , son minimum au mois de Janvier 20.7 mm à Tlemcen, 21.3 mm à Mostaganem et 14.3 mm à Saida.

Tableau 13 : Bilan hydrique à la station de Tlemcen pour la période (2009-2019).

	Tp	IT	CL	ETPC	Pr	BH	CH	VR	RU	ETPR	Def	Exc
S	23.4	10.4	1.03	107.5	19.81	-87.7	-0.8	0.0	0.0	19.8	87.7	0.0
O	19.9	8.1	0.97	74.5	27.233	-47.3	-0.6	0.0	0.0	27.2	47.3	0.0
N	14.8	5.2	0.86	37.9	43.84	5.9	0.2	5.9	5.9	37.9	0.0	0.0
D	11.6	3.6	0.81	22.4	34.789	12.4	0.6	12.4	18.3	22.4	0.0	0.0
J	10.7	3.2	0.87	20.7	54.201	33.5	1.6	7.7	26.0	20.7	0.0	25.8
F	11.2	3.4	0.85	22.1	36.701	14.6	0.7	0.0	26.0	22.1	0.0	14.6
M	13.3	4.4	1.03	36.9	37.486	0.6	0.0	0.0	26.0	36.9	0.0	0.6
A	15.9	5.7	1.10	55.2	34.806	-20.4	-0.4	-20.4	5.6	55.2	0.0	0.0
M	19.2	7.7	1.21	87.0	23.928	-63.1	-0.7	-5.6	0.0	29.6	57.4	0.0
J	22.9	10.0	1.22	122.5	7.188	-115.3	-0.9	0.0	0.0	7.2	115.3	0.0
J	26.1	12.2	1.24	158.5	1.345	-157.2	-1.0	0.0	0.0	1.3	157.2	0.0
A	26.9	12.8	1.16	157.5	2.59	-155.0	-1.0	0.0	0.0	2.6	155.0	0.0
Annue	18.0	86.6		902.8	323.9	-578.9				283.0	619.8	40.9

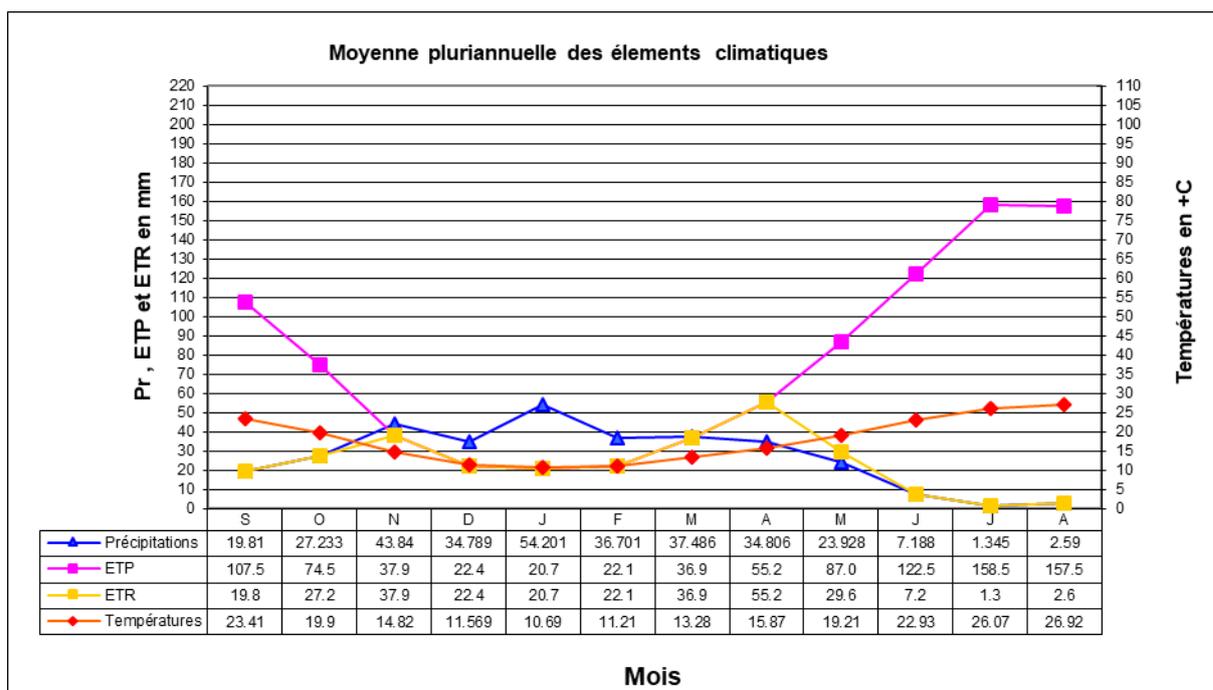


Figure 17 : Moyennes pluriannuelles des éléments climatiques à la station de Tlemcen pour la période (2009-2019).

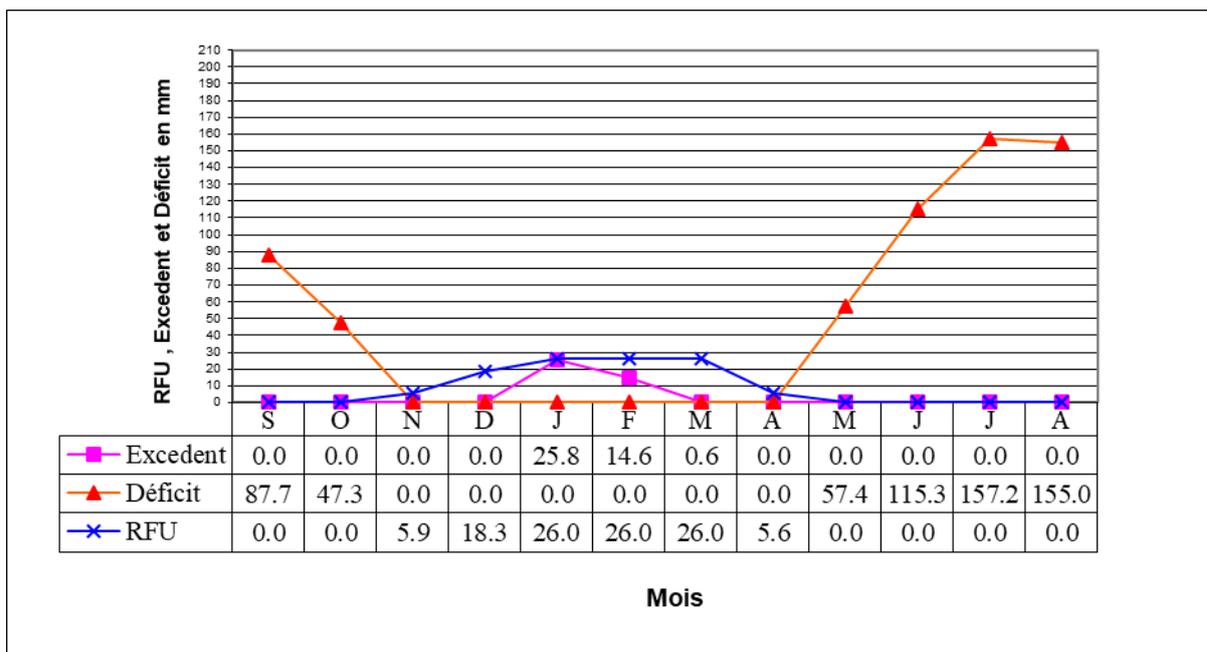


Figure 18 : Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la Station de Tlemcen (2009-2019).

Tableau 14 : Bilan hydrique à la station de Mostaganem pour la période (2009-2019).

	Tp	IT	CL	ETPC	Pr	BH	CH	VR	RU	ETPR	Def	Exc
S	23.5	10.4	1.03	106.8	20.041	-86.8	-0.8	0.0	0.0	20.0	86.8	0.0
O	20.8	8.7	0.97	79.8	25.503	-54.3	-0.7	0.0	0.0	25.5	54.3	0.0
N	15.2	5.4	0.86	38.8	57.462	18.7	0.5	18.7	18.7	38.8	0.0	0.0
D	12.1	3.8	0.81	23.3	51.715	28.5	1.2	7.3	26.0	23.3	0.0	21.1
J	11.1	3.3	0.87	21.3	68.529	47.2	2.2	0.0	26.0	21.3	0.0	47.2
F	11.8	3.7	0.85	23.5	46.888	23.4	1.0	0.0	26.0	23.5	0.0	23.4
M	13.8	4.6	1.03	38.3	34.335	-4.0	-0.1	-4.0	22.0	38.3	0.0	0.0
A	16.5	6.1	1.10	57.9	42.52	-15.3	-0.3	-15.3	6.6	57.9	0.0	0.0
M	19.6	7.9	1.21	88.2	17.017	-71.2	-0.8	-6.6	0.0	23.7	64.5	0.0
J	23.1	10.1	1.22	122.0	3.657	-118.3	-1.0	0.0	0.0	3.7	118.3	0.0
J	26	12.1	1.24	156.4	0.609	-155.8	-1.0	0.0	0.0	0.6	155.8	0.0
A	26.8	12.7	1.16	154.5	2.87	-151.6	-1.0	0.0	0.0	2.9	151.6	0.0
Annue	18.4	88.9		910.7	371.1	-539.5				279.4	631.3	91.7

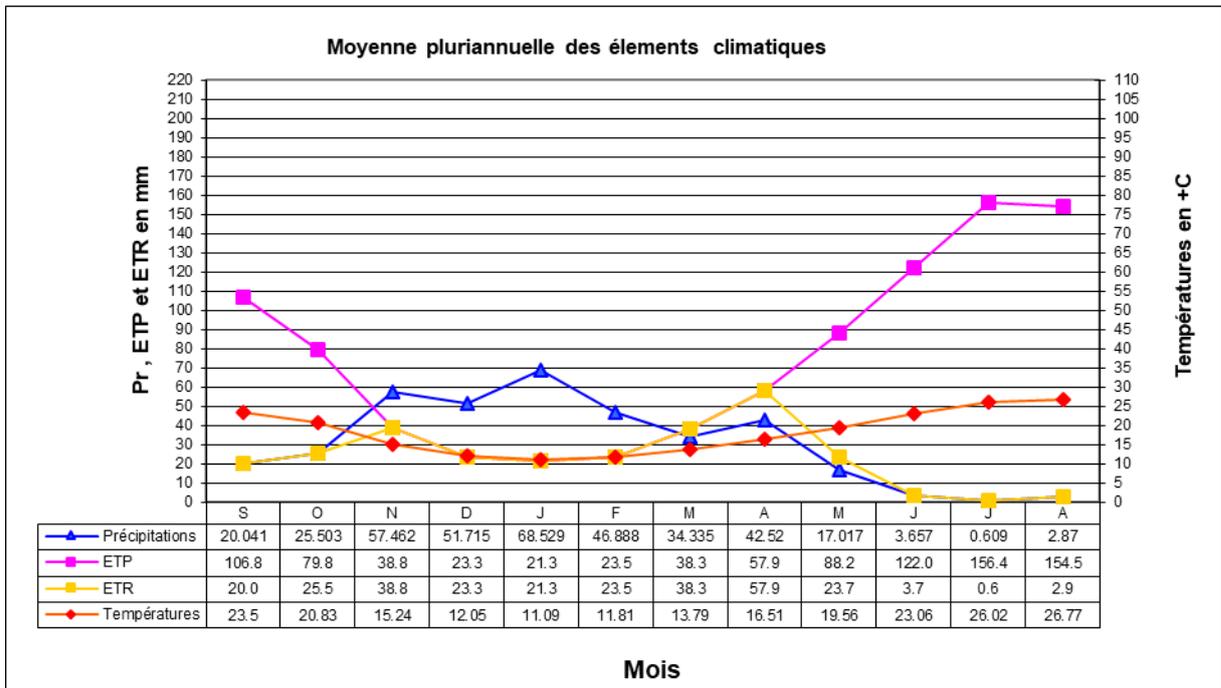


Figure 19 : Moyennes pluriannuelles des éléments climatiques à la station de Mostaganem pour la période (2009-2019).

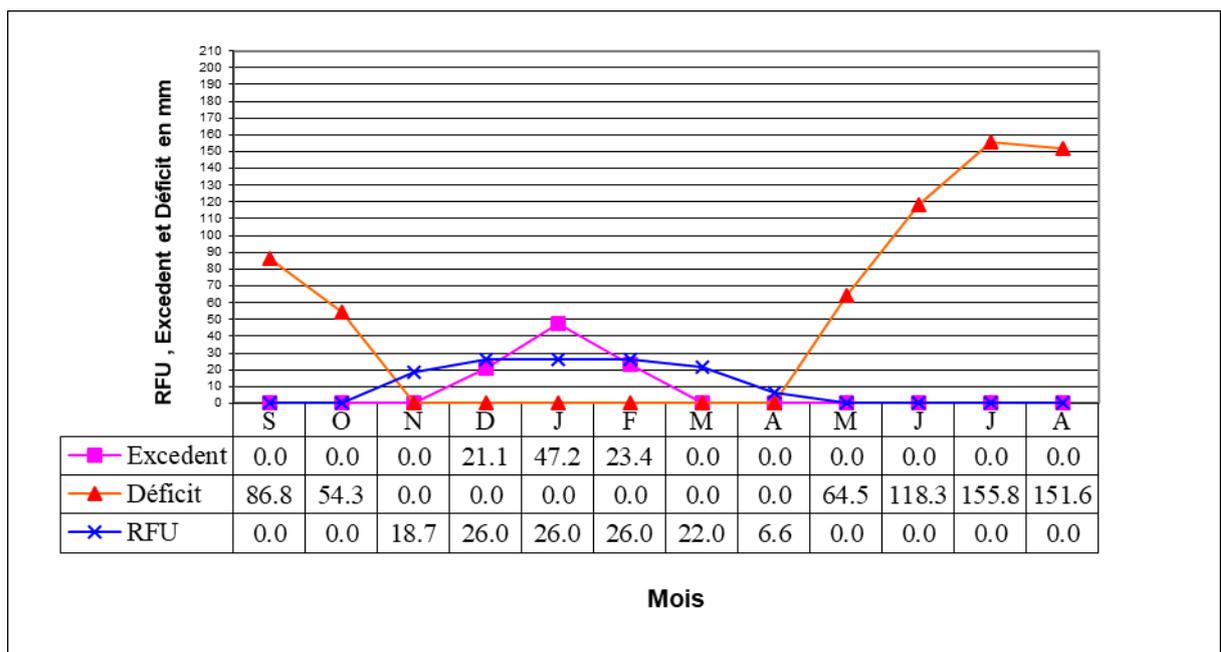


Figure 20 : Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la Station de Mostaganem (2009-2019).

Tableau 15 : Bilan hydrique à la station de Saida pour la période (2009-2019).

	Tp	IT	CL	ETPC	Pr	BH	CH	VR	RU	ETPR	Def	Exc
S	23.8	10.6	1.03	109.4	31.111	-78.2	-0.7	0.0	0.0	31.1	78.2	0.0
O	19.6	7.9	0.97	71.5	40.614	-30.9	-0.4	0.0	0.0	40.6	30.9	0.0
N	13.3	4.4	0.86	30.0	50.49	20.5	0.7	20.5	20.5	30.0	0.0	0.0
D	10.1	2.9	0.81	16.6	36.296	19.7	1.2	5.5	26.0	16.6	0.0	14.2
J	8.95	2.4	0.87	14.3	55.165	40.9	2.9	0.0	26.0	14.3	0.0	40.9
F	9.39	2.6	0.85	15.3	43.562	28.3	1.8	0.0	26.0	15.3	0.0	28.3
M	12.2	3.9	1.03	30.7	43.634	13.0	0.4	0.0	26.0	30.7	0.0	13.0
A	15.9	5.8	1.10	54.2	43.408	-10.8	-0.2	-10.8	15.2	54.2	0.0	0.0
M	19.6	7.9	1.21	89.3	34.136	-55.2	-0.6	-15.2	0.0	49.3	40.0	0.0
J	24.5	11.1	1.22	137.4	18.592	-118.8	-0.9	0.0	0.0	18.6	118.8	0.0
J	29.4	14.6	1.24	198.6	3.961	-194.6	-1.0	0.0	0.0	4.0	194.6	0.0
A	28.9	14.2	1.16	179.1	10.212	-168.9	-0.9	0.0	0.0	10.2	168.9	0.0
Annue	18.0	88.3		946.3	411.2	-535.1				314.9	631.4	96.3

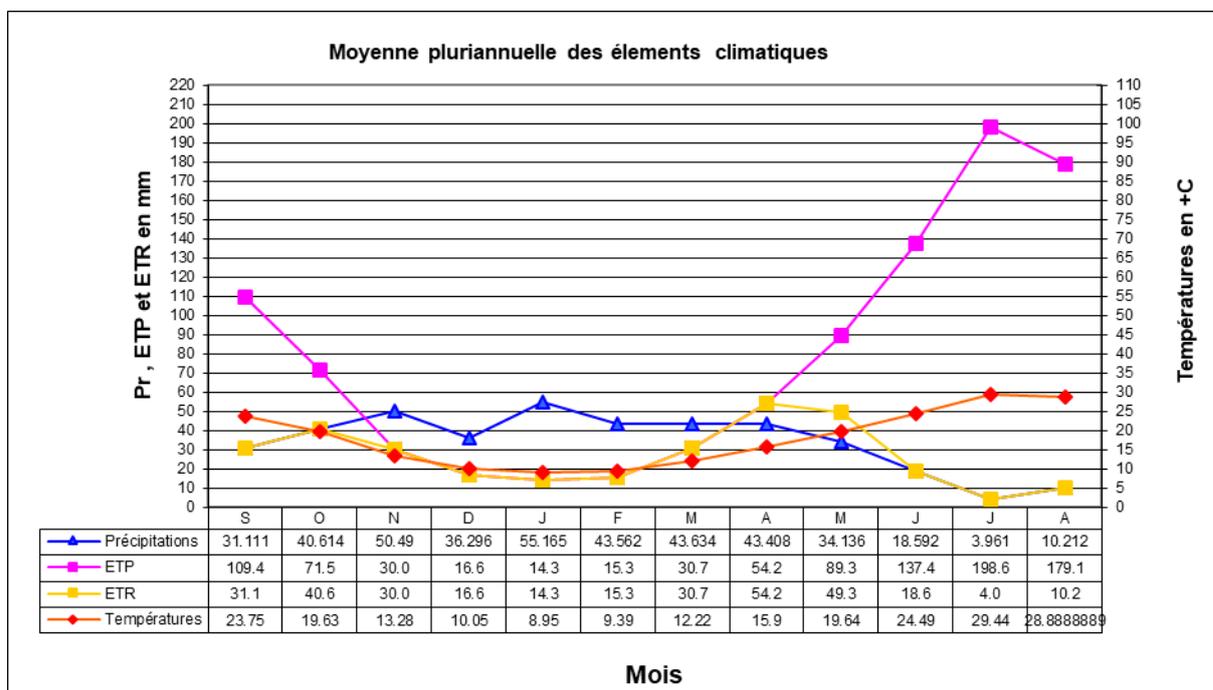


Figure 21: Moyennes pluriannuelles des éléments climatiques à la station de Saida pour la période (2009-2019).

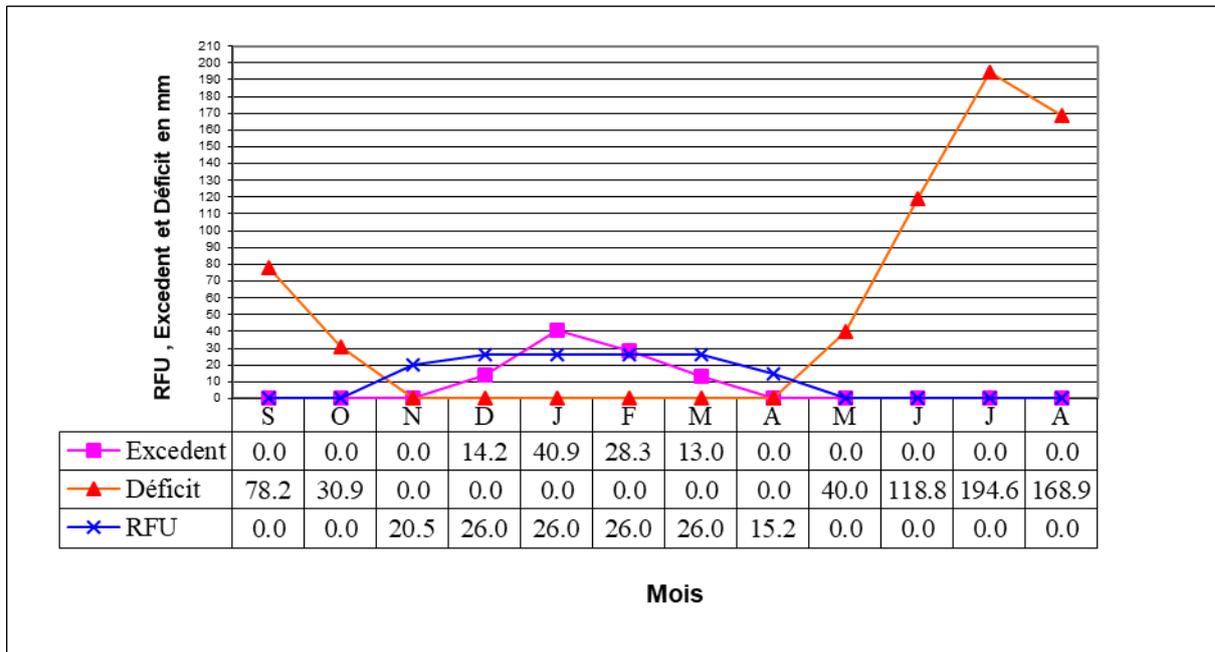


Figure 22 : Diagramme de la variation de la RFU, du Déficit Agricole et de l'Excédent à la Station de Mostaganem (2009-2019).

II. 5. Estimation de la lame d'eau écoulee :

II. 5. 1. Le ruissellement :

L'évaluation du ruissellement est nécessaire pour évaluer l'apport en eau de surface et d'apprécier l'érosion mécanique et chimique qui affecte la surface du sol.

- Formule de Tixerant-Berckaloff

$$R = \frac{P^3}{3(ETP)^2}$$

Avec :

P : Précipitation moyenne en **m**.

R : Ruissellement en **m**.

ETP : Evaporation potentiel en **m**

Tableau 16 : Ruissellement selon la formule de Tixerant-Berckaloff.

Paramètres	P (m)	ETP(m)	R(m)
Stations			
Tlemcen	0.32392	0.9028	0.0139
Mostaganem	0.37115	0.9107	0.0205
Saida	0.4118	0.99463	0.0258

Le bilan hydrique est défini selon l'équation suivante.

$$P = ETR + R + I_e$$

Avec :

P : Précipitations moyennes annuelles en mm/an.

ETR : Evapotranspiration réelle en mm /an.

I_e : Infiltration efficace en mm/an.

II. 5. 2. Infiltration efficace :

L'infiltration efficace est déduite de l'équation du bilan hydrique :

$$I_e = P - ETR - R$$

- Si $I_e > 0$: Les entrées sont supérieures aux sorties.
- Si $I_e < 0$: Les entrées sont inférieures aux sorties.

Tableau 17 : Les valeurs de l'infiltration efficace.

Paramètres	P (mm)	ETR		R		I _e	
		(mm/an)	(%)	(mm/an)	(%)	(mm/an)	(%)
Tlemcen	323.92	283	87.37	13.9	4.29	27.02	8.34
Mostaganem	371.15	279.4	75.28	20.5	5.52	71.25	19.20
Saida	411.18	314.9	76.58	25.8	6.28	70.48	17.14

II.6. Hydrologie :

II.6.1. Le bassin versant de la Tafna :

Le bassin versant de la Tafna situé au Nord-Ouest du territoire algérien (figure 1, chapitre I), s'étend sur la totalité de la wilaya de Tlemcen sur une superficie de 7245 km². Selon la nouvelle structuration des unités hydrologiques en Algérie, le bassin de la Tafna appartient au bassin hydrographique de l'Oranie Chott Chergui (Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016).

Globalement, la Tafna peut être subdivisée en trois grandes parties (figure 23) :

- partie orientale avec comme principaux affluents l'oued Isser et l'oued Sikkak,
- partie occidentale comprenant la Haute Tafna (oued Sebdou et oued Khemis) et l'oued Mouilah,
- partie septentrionale : qui débute pratiquement du village Tafna et s'étend jusqu'à la plage de Rachgoune, embouchure de la Tafna sur la Méditerranée. Les oueds Boukiou, Boumessaoud et Zitoun constituent les principaux affluents.

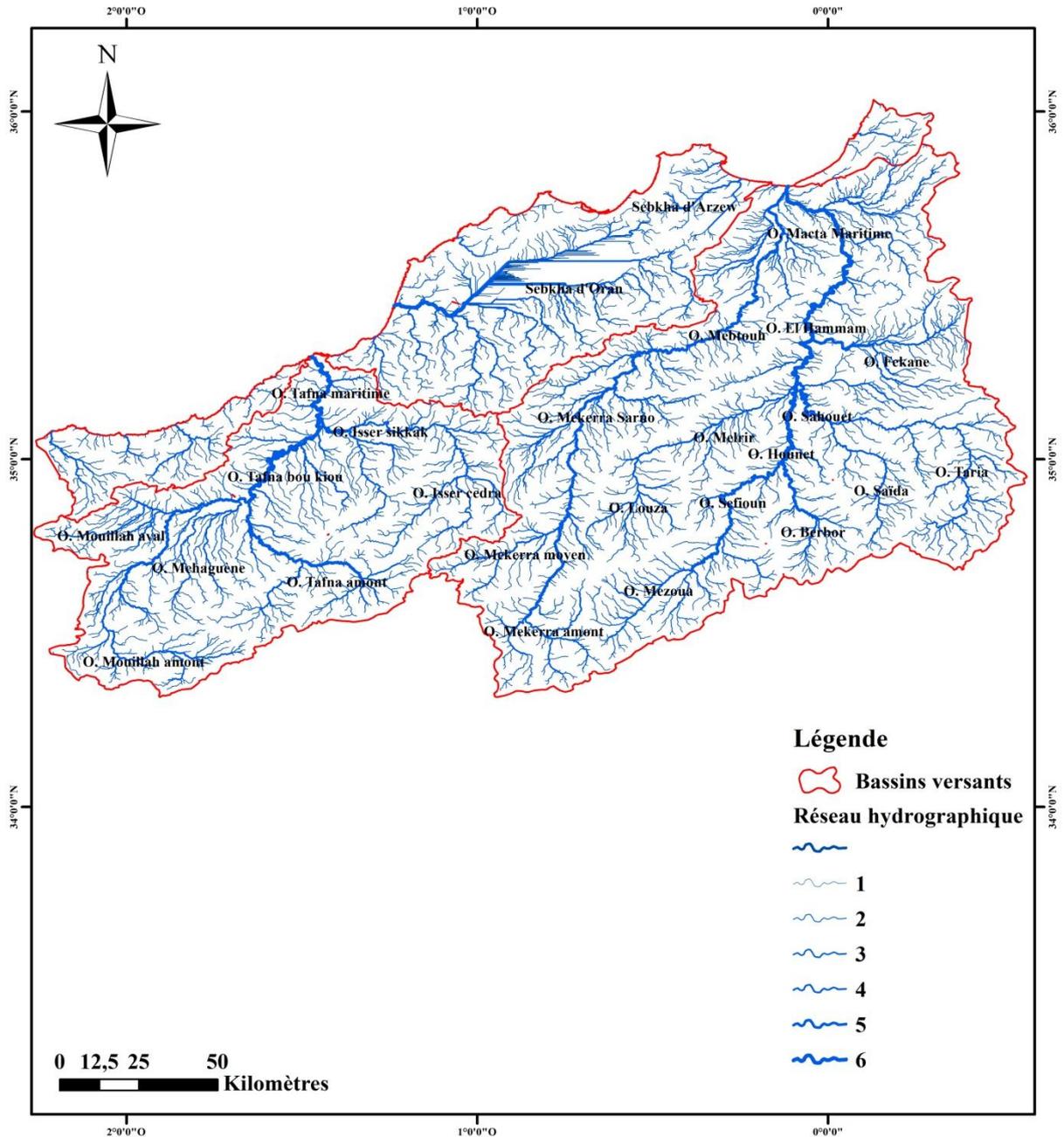


Figure 23 : Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude.

A- Caractères physiographiques

Les sous bassins de la Tafna présentent, dans l'ensemble, une forme moyennement allongée. Mais l'influence du relief est encore plus déterminante. Les valeurs de l'indice de compacité (tableau 18) montrent que les bassins des oueds Mouilah (Baba Hamed 2001, 2007, Bouanani, 2004 in Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016) et Chouly (Gherissi, 2012 in Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016) sont les plus compactes ($K_c < 1.3$), alors que le bassin relativement le plus allongé correspond à celui de l'oued Boumessaoud ($K_c = 1.52$) (Meddane, 2012 in Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016). Outre ces données extrêmes, toutes les autres valeurs sont très rapprochées, les formes des bassins correspondants (Sebdou, Khemis, Boukiou,

Sikkak et Zitoune) étant donc plus ou moins semblables (Baba Hamed & Kerzabi, 1991., Seladji, 2001., Zennaki, 2015., Hayane, 1983 in Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016).

**Tableau 18 : Caractéristiques de forme des unités hydrologiques de la Tafna
(Baba Hamed, 2001., Bouanani, 2004).**

Bassin	Superficie (Km)	Périmètre (Km)	Coefficient de compacité Kc	Rectangle équivalent	
				L(Km)	L(Km)
Oued Khemis	350	93	1.39	37.23	9.4
Oued Sebdo	255.5	78	1.37	30.7	8.32
Oued Mouilah	2650	230	1.25	82.96	31.49
Oued Zitoun	140	65	1.54	24	5.83
Oued Boumessaoud	118	59	1.52	24.53	4.81
Oued Sikkak	463	116	1.50	48.49	9.55
Oued Chouly	288.9	115	1.28	21.7	13.31
Oued Isser	1139.74	180	1.49	85.26	13.37
Oued Boukiou	117.3	58	1.50	23.91	4.9

B- Réseau hydrographique :

La disposition du réseau hydrographique est liée en grande partie à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des temps géologiques. Le chevelu hydrographique suit pratiquement les accidents importants qui ont affecté les formations carbonatées du Jurassique et se modifie avec l'évolution de la tectonique (Baba Hamed & Kerzabi, 1991., Bouanani, 2004., Hayane, 1983 in Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016).

Les valeurs de densité de drainage (tableau 19) obtenues sont comprises entre 0.16 et 3.22 km/km². Ces résultats indiquent que les sous bassins versants de la Tafna sont en général assez bien drainés. L'importance du drainage est due principalement à la nature des formations qui forment le bassin ainsi qu'aux pentes assez fortes des versants d'une part et d'autre part au régime climatique, caractérisé par ses pluies irrégulières et violentes. Les plus petites valeurs correspondent aux plus grands sous bassins : la présence de plaines importantes et l'effet de la surface et de l'échelle des cartes utilisées.

Tableau 19 : Densité de drainage, altitudes caractéristiques et état des sous bassins de la Tafna (Baba Hamed, 2001., Bouanani, 2004., Bensaid & Belkadi, 2015 in Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016).

Bassin	Dd (Km/km ²)	Altitude moyenne (m)	Altitude fréquente (m)	Altitude de fréquence $\frac{1}{2}$ (m)	Etat du bassin	Rapport de confluence Rc	Rapport des longueurs RL
Khemis	3.22	1010	1400-12500	1410	Jeune	3,88	2,08
Sebdo	2.88	666	1100-1000	1060	Equilibre	3,43	2,38
Mouilah	0.16	430	600-400	687	Vieux	3,88	2,36
Zitoun	2.42	429	500-400	485	Vieux	3,5	3,16
Boumessaoud	2.51	623	800-700	630	Vieux	3,55	2,83
Sikkak	1.51	1110	400-300	575	Vieux	3,76	2,63
Chouly	0.61	700	1400-1300	1075	Equilibre	3,76	2,81
Isser	1.08	745	800-600	785	Equilibre	3,7	2,05
Boukiou	2.97	134	300-200	362	Vieux	4,25	2,53

C- Hydrogéologie :

La disponibilité relative des sources en eaux superficielles a fait que les différents aquifères étaient très peu sollicités et donc pratiquement inconnus. Jusqu'au début des années 70 quelque nappes ont été étudiées et exploitées :

- La nappe de Maghnia
- La nappe des hauts plateaux pour le pastoralisme
- La nappe alluviale de l'oued Ghezouana

Cependant à partir des années 80 et en raison d'une demande en eau sans cesse croissante ainsi que des déficits pluviométriques enregistrés, les pouvoirs publics vont engager d'importantes campagnes de reconnaissance pour la mise en évidence ainsi que l'exploitation de nouvelles ressources en eaux souterraines.

Ces reconnaissances ont permis de mettre en évidence un aquifère sur la retombée nord de la chaîne des Monts de Tlemcen le long d'une ligne passant par Sebra, Beni Mester, Tlemcen, Zediga, Sidi Abdelli. Il s'agit d'un aquifère de type karstique caractérisé par une circulation de fissures au niveau des dolomies de Tlemcen (Tadlaoui S., et Bouabdallah M. E., 2016).

II.6.2. Le bassin versant de la Mecta :

Situé au centre de la région du Nord-Ouest. Il est considéré comme le plus grand bassin de la région avec une superficie de 14 425 km². Il couvre la Wilayat de Sidi Bel Abbès Mascara, la partie Nord de Saïda, les parties Sud-Ouest de Mostaganem, et une partie du versant Sud-Est de la Wilayat de Tlemcen (Asnoun S., 2019)

Le bassin versant de la Macta associe :

- Une basse plaine littorale : Vers l'amont, elle se prolonge au Sud-Est par les vallées des oueds Sig et Habra.
- Des massifs, orientés Sud Ouest-Nord Est, qui confèrent un caractère montagneux à la plus grande partie du bassin versant : Les monts de Tessala bordent le bassin versant à l'Ouest et au Nord-Ouest. Ils sont traversés par l'oued Mebtouh avant qu'il ne rejoigne la basse plaine inférieure.
- Enfin, de larges plaines alluviales insérées dans les massifs montagneux : Celle de Sidi Bel Abbès, de direction Sud-Nord, est associée à l'oued Mekerra. Le bassin de l'oued El-Hammam, est drainée par l'oued Ain Fekane (Meddi et al., 2009 in Elouissi A.,2016).

A- Caractères physiographiques :

Le Bassin de la Macta présente un chevelu hydrographique caractéristique des zones semi-arides, constitué de deux grand cours d'eau qui présentent les deux artères drainantes du bassin. Leurs débits en période d'étiage peuvent être nuls. Totalisant un réseau de 658 km, ces cours d'eau sont l'Oued Mekerra à l'Ouest et l'oued El Hammam à l'Est, recevant chacun les affluents descendants des reliefs en bordure. Le bassin versant de l'oued El Hammam est drainé par quatre principaux affluents dont les bassins élémentaires sont : Le Fken (1200 km²), le Sahaouet (2200 km²), le Hounet (1630 km²) et le Melghir (1520 Km²). Ces affluents convergent en éventail pour former l'Oued El Hammam qui draine à lui seul 2/3 du bassin de la Macta (Tableau 20). Le réseau hydrographique du bassin de la Mekerra est bien développé mais constitué en majorité de cours d'eau non-pérennes (Bahmed D., 2015).

Tableau 20 : Paramètres hydrographiques de sous bassin versant de la Mecta (Bahmed D., 2015).

Code	Bassin versant	Surface(km ²)	Périmètre	Longueur max (km)	kc	Dd Km/km ²	Ct	Pente moy m/m
01	Od Mekarra amont	966	123	46	1.25	0.42	2.94	0.044
02	Od Mekarra moyen	936	140	52	1.56	0.64	5.76	0.026
03	Od Mekarra samo	1500	190	70	1.37	0.34	2.38	0.017
04	Od Mebtauh	476	96	34	1.34	0.77	11.55	0.017
05	Od Louza	763	122	44	1.2	0.50	3.00	0.014
06	Od Melrir	701	122	46	1.23	0.63	6.30	0.014
07	Od Mezoua	1249	161	60	1.3	0.42	1.68	0.033
08	Od Sefioun	461	96	34	1.3	0.63	5.04	0.038
09	Od Berbour	605	110	40	1.46	0.61	6.10	0.032
10	Od Hounet	258	89	38	1.71	0.78	8.58	0.025
11	Od Saïda	618	118	46	1.42	0.63	6.93	0.026
12	Od Taria	1457	168	60	1.45	0.58	5.80	0.018
13	Od Sahouat	141	66	28	1.6	0.94	12.22	0.032
14	Od fekane	1185	147	50	1.28	0.47	2.82	0.022
15	Od El hamam	848	148	60	1.58	0.85	15.30	0.006
16	Mecta maritim	1998	218	86	1.67	0.39	2.34	0.001
17	Saïda pont	100	48	19	1.35	3.20	12.60	0.013
18	PK 50	400	88	38	1.23	2.70	13.20	0.016
19	Dn Bouchikhi	77	36	11	1.15	2.53	12.00	0.016
20	Ghris	132	56	22	1.36	3.24	0.56	0.022
21	Khalouia	58.24	33	10	1.21	1.92	6.32	0.013
22	Sidi Ali Benyoub	1890	200	92	1.29	0.8	0.17	0.063
23	Sidi Bel Abbès	3000	280	134	1.43	2.85	22.31	0.011
24	Lamtar	277	91	13	1.53	1.82	0.20	0.047
25	Sarno	255	80	39	1.40	1.00	11.00	0.012
26	Gd od Hamam	7460	460	132	1.50	0.47	0.07	0.006

B- Réseau hydrographique :

1. Oued El-Hammam :

Le bassin versant de l'oued El-Hammam fait partie du grand bassin versant de la Macta. Il est limité par :

- le grand bassin du bas Chellif à l'Est ;
- l'Oued mebtouh à l'Ouest ;
- la plaine de l'Habra au Nord ;
- Chott Chergui au Sud ;

Il s'étend sur une superficie de 7550 Km², d'une longueur de 150 m, est drainé par quatre (4) principaux affluents dans les bassins élémentaires sont Fekan (1200 Km²), Sahouet (2200 Km²), Houent (2630 Km²) et Malrir (1520 Km²) pris dans leur ensemble, convergent pour former l'oued El-Hammam (Djediai, 1997 in Elouissi A., 2016).

2. Oued Mekerra

Le bassin de Oued Mekerra se divise en deux :

- Haute Mekerra : la haute Mekerra est comprise entre Ras-El-Ma et Sidi Ali ben Youb suivant une direction à peu près Nord-Est, ce partie alimentée par les principaux affluents du bassin versant sont : O. Samar, O. Sekhana, O. Tadjmout, O. Mzi.
- Moyenne Mekerra: la moyenne Mekerra se dirige vers le Nord. Elle traverse les villages de Sidi Ali Ben Youb, Tabia, Boukhanifis, passe au près de Sidi Khaled, puis prend une direction (Sud-Ouest, Nord-Est). Enfin elle passe à proximité des villages de Sidi Lahcen et Sidi Hamadouche. Elle est alimentée par O. Lamtar (Zegdou, 2003 in Elouissi A., 2016).

3. Oued Saida :

Le grand bassin des Monts de Saida est drainé par un réseau hydrographique bien structuré et bien hiérarchisé formé principalement par les trois (03) grandes rivières ; Oued Tiffrit, Oued Sidi Mimoune et Oued Saida qui conserve sa pérennité relative durant presque toute l'année. Les débits de ces oueds sont jaugés par des stations hydrométriques installées sur chaque rivière (Khaldi, 2005 in Elouissi A., 2016).

II.6.2. Le bassin versant de des Côtiers Oranais :

Il est situé dans l'extrême nord de la région du Nord-Ouest, une superficie de 6043 kilomètres et couvre les termes de l'Oran et une partie de l'état d'Ain Thatousent et des parties nord de Tlemcen et la partie nord de l'ouest de Mostaganem (Asnoun S., 2019).

A- Caractères physiographiques

Le tableau 21 contient les caractéristiques morphologiques et morphométriques des trois sous bassins versants composant le bassin versant des Côtiers Oranais à savoir le sous bassin versant Côtier Oranais Occidental, le sous bassin versant Côtier Oranais Central et le sous bassin versant Côtier Oranais Oriental (Chinoune I., 2020).

Tableau 21 : Caractéristiques morphologiques et morphométriques des sous bassins versants des Côtiers Oranais.

Sous Bassin	Paramètre de forme			Paramètre de relief			Paramètre hydrographique
	S (Km ²)	P (km)	Kc	IG	IM	Altitude moyenne (m)	Dd (Km ⁻¹)
Côtier Oranais Occidental	892	190	1,80	5,66	8,98	490	0,17
Côtier Oranais Central	4665	355	1,48	3,07	6,31	380	0,15
Côtier Oranais Oriental	356	110	1,63			364	

Source : ABH, 2003.

B- Réseau Hydrographique :

- **Le sous bassin versant Côtier Occidental :** il occupe la partie occidentale du bassin versant des Côtiers Oranais (couvrant 12% de la totalité de la superficie du bassin versant). Beaucoup d'affluents dévalent des monts des Traras (1021 m d'altitude) et déversent directement dans la mer.

L'Oued Marsa est formé par la confluence d'Oued Tlatat, drainant la partie Oriental avec comme affluents Oued El Kaouia et Oued Taima et la partie Occidental avec gamme affluente El Aione et Oued Zlamet (Mahi E., 2017 in Chinoune I., 2020).

- **Le Sous Bassin Côtier Central :** Le réseau hydrographique possède un caractère endoréique. A cela la présence de dépressions sublittorales (Sebkha d'Oran, saline d'Arzew) offre un aspect très caractéristique au bassin. Les apports superficiels totaux sont estimés à 47 Hm³. Le bassin Côtier Central occupe la plus grande partie de la superficie totale de l'ensemble du bassin des Côtiers Oranais avec un pourcentage de 80%. L'oued le plus important c'est l'oued El Maleh, qui dévale des hauteurs des monts des Tessala avec deux principaux affluents : Oued Mategueur et Oued Es Senane (Chinoune I., 2020).

- **Le Sous Bassin Côtier Oriental :** Il représente 8% de la superficie totale du grand bassin versant des Côtiers Oranais, les principaux oueds du sous bassin sont : Oued Tine qui prend naissance de Sirat dans un terrain argileux jusqu'aux les marais de la Macta. Oued Ain Sefra qui prend naissance dans la zone Est de la ville de Mostaganem (Mahi E., 2017 in Chinoune I., 2020)

- **Zones Humides :** Plusieurs zones humides sont incluses dans le territoire du bassin versant des Côtiers Oranais qui sont : daiat Sidi Mohamed Ben Ali (wilaya de Sidi Bel Abbès), le lac salé d'Ain nouissy, les Marais d'Haciane Menkoub de Ain Sidi Cherif (wilaya de Mostaganem), la grande sebkha d'Oran qui s'étend sur une superficie de 296 Km² avec une forme allongée de Nord – Est en Sud – Ouest occupant le 1/6 du territoire de la wilaya d'Oran, Daiat Oum El Rhelaz, lac Telamin, Daiat Morseli, Salines d'Arzew (wilaya d'Oran) (Mahi E., 2017 in Chinoune I., 2020).

C- Hydrogéologique :

- **Monts de Traras :** Du point de vue hydrogéologique, les calcaires du Lias (Jurassiques) constituent les principaux aquifères de ces monts. La majeure partie de ces aquifères se trouve en position perchée et est vidangée par des sources connues dont les principales sont :

- Ain El Kébira qui débitait 30 l/s
- Ain Skhouna 1, 16 l/s
- Ain M'sirda 4 l/s

Les autres aquifères sont exploités par un nombre réduit de forages (Maaziz 14 l/s – Sidi Boudjenane 10 l/s – Béni Ouarsous 1 et 2 - 20 l/s).

Les potentialités totales exploitables de ces monts sont inconnues (Mahi E., 2017 in Chinoune I., 2020).

- **Massif du Murdjadjo** : Ces calcaires Karstiques constituent une nappe importante qui s'étend de Ras El Ain à l'Est jusqu'au Boutlelis à l'Ouest. Les principaux exutoires sont les sources de Brédéah, Misserghin et de Ras El Ain.

Le massif du Murdjadjo est caractérisé par une salinité uniforme des eaux dont le résidu sec est compris entre 0,5 et 1 g/l au maximum (Mahi E., 2017 in Chinoune I., 2020).

- **Plaine de Brédéah** : La plaine de Brédéah est constituée par des alluvions rouges à galets très étendus dans la plaine bordière de la Sebkhah d'Oran. Elle de faible profondeur (à partir de 2 m) et exploitée par des puits. La salinité des eaux est due aux apports venant de la Sebkhah mais aussi à l'absence d'un système de drainage efficace qui empêcherait la concentration en sel liée à l'évaporation. La nappe alluviale se charge en sel plus ou moins rapidement d'Ouest en Est. Le résidu sec est de 1 à 5 et peut atteindre par endroits 7 g/l (Mahi E., 2017 in Chinoune I., 2020).

- **Plaine côtière de Ain Turck** : Les horizons de sable, grès et lumachelles contiennent la principale ressource en eau souterraine de la nappe côtière, la nappe se déverse dans la mer. Le contact avec le milieu marin s'accompagne d'une augmentation importante de la concentration en sels dans la région des Andalouses. Des éboulis de pente constituent une seconde nappe. Malgré la pente importante, la pérennité de cette nappe est assurée par une très faible transmissivité des terrains (Mahi E., 2017 in Chinoune I., 2020).

II.7. conclusion :

Au terme de cette étude hydroclimatologique, on peut conclure que notre région d'étude possède un climat continental de type semi-aride. Les précipitations durant la période (2009-2019) sont de l'ordre de 323.92 mm, 371 mm et 411.18 mm en moyenne annuelle, la température moyenne annuelle est de 17.99 °C, 18.35 °C, 17.86 °C à Tlemcen, de Mostaganem et de Saida respectivement.

Les évapotranspirations réelles (ETR) déterminées par la méthode de Thornthwaite, sont égales à 283 mm/an à Tlemcen, 279.4 mm/an à Mostaganem et 314.9 mm/an à Saida, soit 87.37 %, 75.28% et 76.58% respectivement des précipitations.

La région d'Oranie comprend trois bassins versants, de la Tafna, de la Macta et des Côtiers Oranais, caractérisés par un réseau hydrographique dense. Du point de vue hydrogéologique, la région d'étude contient plusieurs formations hydrogéologiques tel que les calcaires du Lias (Jurassiques) qui constituent les principaux aquifères des monts de Traras, le massif calcaire du Murdjadjo et les horizons de sable, grés et lumachelles de la plaine côtière de Ain Turck, ces deux dernières se caractérisent par leurs eaux salées.

CHAPITRE III
MATERIELS ET
METHODES

III.1 Approche méthodique :

Ce travail vise à diagnostiquer la mobilisation des ressources en eau dans la région de l'Oranie et d'essayer de faire un essai de gestion intégrée des ces ressources. La démarche adoptée dans cette thématique est de déterminer les potentialités hydriques existantes (l'offre) et les besoins globaux des trois secteurs consommateurs de l'eau (l'AEP, l'AEA et l'AEI) d'ici l'année 2060 (scénario réel) pour avoir une idée sur la situation actuelle et future et puis réaliser des scénarii et voir leurs impacts soit positifs ou négatif sur la gestion en question.

- **Recherche biobibliographie :**

Dans laquelle plusieurs documents (mémoires, thèses, articles scientifiques, livres,...etc.) ayant un rapport avec la région d'étude ainsi que la thématique vont être recherchés, consultés et mentionnés dans le texte ainsi que les références bibliographiques. Ces références peuvent être disponible au niveau de :

- La bibliothèque centrale de l'Université Ziane Achour-Djelfa.
- La bibliothèque de la Faculté des Science de la Nature et de la Vie et du Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.
- Les mémoires et les thèses disponibles sur les bibliothèques en ligne des autres universités.
- Les articles scientifiques sur internet.

- **Collecte des données :**

C'est une étape indispensable dans toute recherche scientifique. Elle consiste à recueillir toutes les données statistiques nécessaires auprès des différents organismes de la région d'étude. Parmi nos sources d'informations, nous citons :

- **ONM** : Office National de la Météorologie.
- **DPAT** : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire.
- **RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
- **ANRH** : Agence National de Ressources Hydrique.
- **ONS** : Office National des Statistiques.
- **MADR** : Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural .

- **Analyse des informations collectées :**

Les données recueillies auprès des différents organismes vont être traité, analysé et ensuite exploité sous forme de tableaux et de graphes pour nous faciliter le travail.

Nous essayons dans cette étude d'évaluer l'impact de la sécheresse actuelle et future sur la gestion intégrée des ressources en eau de la Wilaya de Laghouat, en se basant sur :

- Un diagnostic quantitatif des potentialités hydriques dans le bassin (La détermination des besoins futurs des trois secteurs consommateurs (AEP, AEA et AEI)) ;
- Avoir une idée sur l'année de la transition vers le déficit à partir de la confrontation de l'offre et la demande (le scénario réel) ;
- Elaboration de plusieurs scénarii (optimiste : apport des stations de dessalement et d'épuration, pessimiste : l'impact de la sécheresse, l'effet du tourisme sur (i) le scénario réel (l'état actuel), (ii) le scénario de l'apport des stations et (iii) le scénario de l'impact de la sécheresse.

III.2 Données de base :

Pour effectuer notre étude on s'est basé sur l'étude des paramètres suivants :

- La Population.
- L'Agriculture avec ces composantes irrigations et cheptel pour la même année .
- L'Industrie comme un troisième consommateur.

N. B : Toutes les statistiques utilisées pour les trois paramètres étudiés sont celles de l'années de références (2008).

III.2.1 Population :

La population dans la région de l'Oranie est de 5 231 028 à 6 348 127 habitants entre 2008 en 2021. Elle a connu un taux d'accroissement moyen de 1.5% (RGPH 2008).

Tableau 22 : Evolution de la population dans la zone d'étude.

	Population		Taux d'accroissement (%)
	2008	2018	2008-2018
Population de la région d'Oranie	5 231 028	6 348 127	1.5%

Source : ONS, 2016.

III.2.2 Agriculture :

L'agriculture est le premier consommateur mondial de l'eau. La superficie agricole totale dans la région de l'Oranie (SAT) est de 2 314 717 Ha. La superficie agricole utile (SAU) totalise 1 735 408 Ha qui représentent 74.92 % de la SAT et 8.23% est irriguée avec une superficie de l'ordre de 142 809 Ha, ainsi que le nombre du cheptel est de l'ordre de 2 530 780 têtes en 2008 selon MADR.

III.2.3 Industrie :

C'est le deuxième consommateur mondial après l'agriculture ; la superficie industrielle dans la région de l'Oranie est 275,07 Ha, en plus de l'usine de Tosyali, qui produit environ 3 millions de tonnes/an d'acier (avec une consommation moyenne de 94 m³/j d'eau (Michel R., 1984).

Tableau 23 : Tableau récapitulatif des données exploitées.

Données	La zone d'étude
Nombre de population en 2008 (hab)	5 231 028
Potentialités hydrique (Hm ³ /an)	1056.6
Volume d'eau mobilisé en Hm ³ /an	311.49
Dotation théorique en eau potable (l/j/ habitants)	175
Superficie agricole utile en irrigué (ha)	142 809
Nombre du cheptel (Tête)	2 530 780
la Superficie industrielle (ha)	275.07

III.3. Diagnostique quantitatif des ressources en eau :

III.3.1. Les potentialités hydriques :

III.3. 1.1. Le potentiel hydrique superficiel :

- **Barrages :**

La région de l'Oranie compte dix (10) barrages d'une capacité totale de 687 m³ (tableau 24).

Tableau 24 : les barrages dans la région de l'Oranie.

Barrage	Wilaya	Capacité initiale Hm ³	Volum Hm ³
Beni Bahdel	Tlemcen	63	11.95
Meffrouch	Tlemcen	15	0.41
Sidi Abdelli	Tlemcen	110	5.10
H.Bougharara	Tlemcen	177	44.28
Sikkak	Tlemcen	27	10.03
Sarno	SBA	22	11.20
Cheurfas	Mascara	82	0.38
Ouzert	Mascara	100	2.25
Bouchanifia	Mascara	73	6.27
Fergoug	Mascara	18	3.12

Source : ANBT 2006 in Hamlat A., 2014.

- Les retenues collinaires :

La région de l'Oranie comprend 11 retenues collinaires avec une capacité de stockage de 13.6 Hm³ (tableau 25).

Tableau 25 : Retenues collinaires en exploitation dans la région de l'Oranie.

Retenue	Capacité Hm ³
Oued Mekkaissya	2.96000
Oued Sidi Amour	1.43000
Oued Zouia	1.22100
Oued Aich	1.20000
Oued Sidi Baroudi	1.03806
Oued Ouzert	0.96400
Chabet Bouhoucha	0.85303
M.Ben Brahim	0.85303
Oued Ben Djalloul	0.79000
Haraizia Hammar	0.74000
Oued Sekkane	0.54700
Sidi Haddouche	0.52000
Saf Saf	0.50700

Source : ANBT 2006 in Hamlat A., 2014.

Tableau 26: Tableau récapitulatif des ressources superficielles dans la région de l'Oranie.

Dénomination	Capacité (Hm ³ /an)
Barrages	687
Retenues collinaires	13.6
Total	700.6

III.3.1.2. Le potentiel hydrique souterrain :

Cette ressource est représentée par une série de nappes avec une réserve d'eau estimée à 356 Hm³ (Tableau 27).

III.3.2. Mobilisation des ressources en eaux :

Le pourcentage des ressources en eau mobilisées de la région de l'Oranie est évalué à près de 331.49 Hm³ par an, soit à peu près 36.9 % des ressources en eau mobilisables (Tableau 28).

Tableau 27 : Les nappes existantes dans la région de l'Oranie.

Nom de l'unité hydrogéologique	Bassin versant	Ressource renouvelable
Plateau de Mostaganem	Côtiers Oranais	50
Nappe Karstique du Murdjadjo	Côtiers Oranais	14
Monts de Trars	Côtiers Oranais	07
Plateau de Ain Temouchent	Côtiers Oranais	04
Plaine de Sidi Ble Abbès	Macta	133
Plateau de Saida	Macta	46
Plaine d'Eghriss nappe de Mascara	Macta	42
Plaine de Herba-Sig	Macta	04
Vallé de l'Oued Barbour	Macta	03
Monts de Tlemcen	Tafna	35
Plaine de Meghnia	Tafna	18
TOTAL	-	356

Source : ANBT 2006 in Hamlat A., 2014.

Tableau 28 : Potentiel hydrique global de la région Oranie.

Ressources en eau	Potentiel reconnu	R ^{ces} Mobilisables	R ^{ces} Mobilisé
Superficielles	700.6	630.7	97.89
Souterraines	356	213.6	213.6
Total	1056.6	844.3	311.49

III. 4. 4. Calcul des besoins en eau de la région de l'Oranie:

Ce calcul va nous permettre d'avoir une idée sur les besoins futurs (l'horizon 2060) des différents secteurs : l'alimentation en eau potable (AEP), l'alimentation en eau pour l'agriculture (AEA) et l'alimentation en eau pour le secteur industriel (AEI). Les besoins vont être calculées en se basant sur les estimations de l'accroissement du nombre d'habitants avec une dotation théorique de l'ordre de 175 l/j/ha (selon le ministère des Ressources en eau in Mozas M. et Ghosn A., 2013) pour l'AEP, les besoins de l'irrigation avec une dose de l'ordre de 1270 m³/ha/an (Ouanouki B., 2012) et une extension des terres irriguée de 20 ha chaque année, ainsi que les besoins du cheptel avec une dotation de 10 l/j/tête et une évolution de 1% des espèces élevés chaque année, ces deux nous donne les besoins de l'AEA et enfin les besoins en eau pour l'industrie, en prévoie une dose de l'ordre d'environ 4,5 l/j/m (Bousslimi M., 2004) avec une augmentation de 2 % des besoins actuels toutes les cinq années.

III.5. Aperçu sur la gestion de ressource en eau :

III.5.1 Définition du mot "gestion" :

Le mot "gestion" vient du latin gestio ce qui veut dire « action de gérer ». Elle est l'Action ou manière de gérer, d'administrer, de diriger, d'organiser quelque chose ; période pendant laquelle quelqu'un gère une affaire : La gestion d'un stock (LAROUSSE).

III.5.2 La gestion de l'eau :

Il existe de nombreux principes et approches dans la gestion de l'eau, chacun étant appliqué dans un domaine spécifique, sauf pour les principes de Dublin.

Les quatre principes de Dublin sont :

1. L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, le développement et l'environnement.

2. Développement et gestion des eaux devraient être fondés sur une approche participative impliquant usagers, planificateurs et décideurs à tous les niveaux.

3. Les femmes jouent un rôle central dans l'approvisionnement, la gestion et la sauvegarde de l'eau.

4. L'eau a une valeur économique dans toutes ses utilisations concurrentes et doit être reconnu comme un bien économique

Ces principes ont joué un rôle majeur dans la définition des recommandations, ont trouvé un large soutien de la communauté internationale et ont été considérés comme des lignes directrices pour la gestion de l'eau.

Récemment, ces principes ont été reformulés et clarifiés lors des grandes conférences internationales sur l'eau.

Ces principes sont susceptibles d'être modifiés et mis à jour, car ils sont complets et résumés pour tout ce qui concerne la gestion de l'eau. C'est sur quoi Jonch Clausen et d'autres ont convenu.

Le Partenariat Mondial de l'eau (GWP 2000) a défini la gestion intégrée des ressources en eau de la façon suivante : « *La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) est un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitac* ».

La gestion de l'eau est affectée par la demande croissante d'eau et le manque d'eau en bouteille que ce soit dans les eaux de surface ou souterraines (en raison de la diminution des précipitations et du changement climatique), et ces problèmes peuvent augmenter s'il y a beaucoup d'acteurs, et ce déséquilibre peut créer des conflits entre gens.

Afin de réduire ces problèmes, le nombre de pièces et la taille de la zone contrôlée doivent être réduits. Il existe encore de nombreux problèmes entre les divisions administratives, car les limites du bassin ne coïncident pas avec les limites administratives. Et chaque fois que des réglementations concernant l'utilisation de l'eau sont élaborées et utilisées partout dans le monde (Hamlat A., 2014).

III.5.3 Les niveaux de gestion de l'eau :

Dans l'administration, les eaux de surface et souterraines ne sont pas séparées, mais plutôt la zone à étudier est clairement définie, y compris les bassins versants et le système de réservoir souterrain.

Selon Hurbert 1998, le système des ressources en eau est constitué de deux pôles, ressources et utilisation, et l'espace (lié aux pôles du système) est déterminé en fonction critères hydrologiques, social et le poids respectifs de ces pôles.

Ce système fonctionne selon des niveaux :

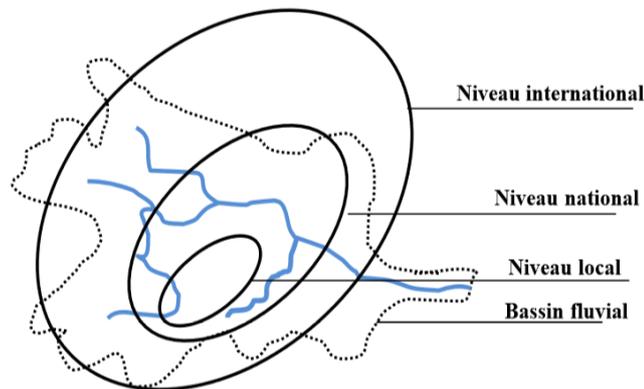


Figure 24 : Différents niveaux de la gestion de l'eau (Philippe et al., 2008 in Hamlat A., 2014)

III.5.3.1 Niveau administratif de la gestion :

a. Niveau international : ce niveau est soumis aux accords conclus entre les différents pays, et avec cela, la gestion de l'eau a dépassé les territoires (Hamlat A., 2014).

b. Niveau national : la gestion est soumise aux conditions politiques qui ont parfois conduit à l'échec dans le domaine de la gestion de l'eau (Hamlat A., 2014).

c. Niveau local : les autorités nationales ou les gouvernements locaux sont ceux qui gèrent les ressources en eau (barrages et systèmes de transfert d'eau) (Hamlat A., 2014).

III.5.3.2 Niveaux hydrologiques de la gestion :

a. **Le niveau des bassins fluviaux** : dans le cas des bassins transfrontaliers, la gestion est soumise à des conventions et des coopérations entre les pays pour éviter les conflits (Hamlat A., 2014).

b. **Le niveau des (sous) bassins versants** : dans le cas des nappes d'eau souterraines, la décentralisation doit être réalisée pour assurer une gestion efficace et durable de l'eau (Hamlat A., 2014).

III.5.4 La gestion des ressources en Algérie :

Elle assurée par de nombreux organismes et directions tels que (Boukamoum M., 2016) :

- Au niveau central, le Ministère des Ressources en Eau (MRE) qui est principalement responsable de la gestion de l'eau en Algérie, concerné par l'entretien des réseaux, la création de projets et l'élaboration des lois.
- Au niveau des wilayas, les directions des ressources en eau prennent leur place sous l'autorité du Wali, qui garantit la mise en place et le contrôle des projets locaux et la protection des ressources en eau.
- Au niveau communal, l'Algérienne des Eaux (ADE) entreprend la mise en œuvre de la gestion de l'eau par arrêté direct du Ministère, et les services d'assainissement ont été transférés à l'Office National de l'Assainissement (ONA).
- Quant au local, comme nous l'avons mentionné précédemment, les limites agrégées des bassins ne correspondent pas aux limites administratives, des Agences de Bassin Hydrographique (ABH) ont donc été mises en place et qui favorisent une gestion intégrée et coordonnée de l'eau selon les bassins.

CHAPITRE IV
GESTION DES
RESSOURCES EN EAU

IV.1. Introduction :

Dans la région de l'Oranie, les ressources sont variées (eaux conventionnelles et non- conventionnelles), déterminer les potentialités de chacune d'elles permet de connaître les besoins des différents secteurs et de prévoir leurs évolution dans le temps.

L'estimation des besoins en eau assure une bonne gestion des ressources en eau et on sait dans quelle mesure l'eau non conventionnelle y contribue. Elle permet d'avoir une idée sur la situation dans une zone donnée (suffisance, rareté ou déficit).

IV.2. Calcul des besoins en eau :

IV.2.1 L'alimentation en eau potable (AEP) :

Les besoins en eau potable de la population sont estimés en fonction de l'évolution de la population dans la zone d'étude.

Dans le cadre de notre étude, les horizons voulus vont de 2008 entant qu'une année de référence jusqu'à 2060, avec un pas de cinq ans.

Tableau 29 : Perspective de l'évolution de la population et de la demande en eau potable dans la région de l'Oranie (2008-2060).

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Population	5 231 028	5389136	5805630	6254312	6737670	7258385
Besoins AEP Hm³/an	334,13	344,23	370,83	399,49	430,37	463,63
	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Population	7819342	8423652	9074665	9775992	10531519	11345437
Besoins AEP Hm³/an	499,46	538,06	579,64	624,44	672,70	724,69

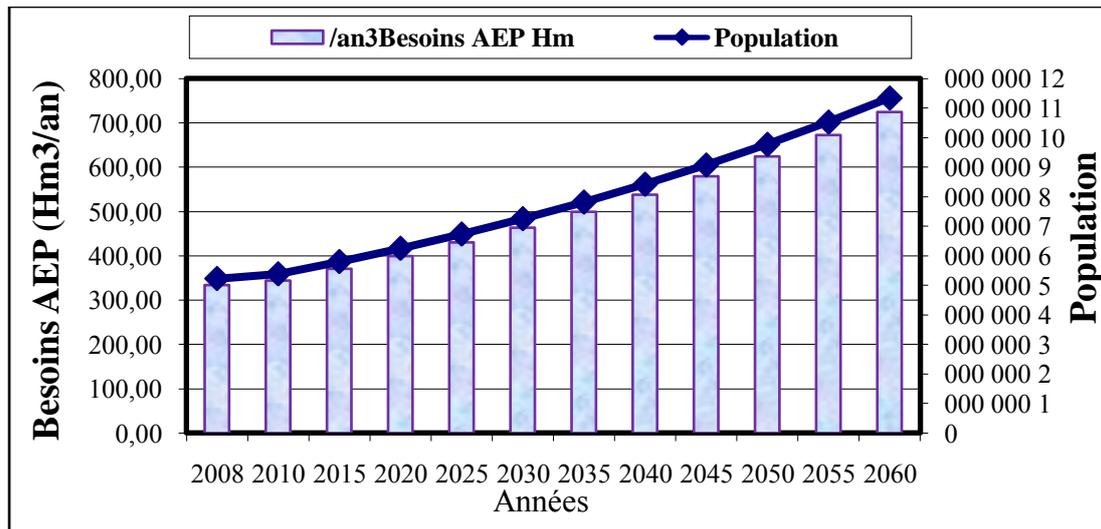


Figure 25 : Graphe des Perspectives de l'évolution de la population et de la demande en eau potable dans la région de l'Oranie (2008-2060).

Le tableau 29 montre que la population dans la région de l'Oranie a passée de 5 231 028 à 6 348 127 habitants entre 2008 et 2021, et selon les projections, elle dépassera les 11 345 437 habitants à l'horizon 2060.

On peut voir aussi que les besoins en AEP ont augmenté de 334,13 millions de m³ en 2008, pour atteindre en 2021 les 405,49 millions de m³ et ils s'élèveraient au total en 2060 de 724,69 millions de m³.

IV.2.2. L'alimentation en eau de l'agriculture (AEA) :

En Algérie la politique mise en place vise à faire une répartition équitable entre les différentes régions du pays et une bonne gestion des ressources en eau pour répondre aux objectifs de la stratégie de sécurité alimentaire (Mekkaoui F. Z., 2018).

IV.2.2.1 Le périmètre irrigué :

La superficie des terres agricoles est de 2 314 717, dont les superficies utilisées sont 2 531 408 Ha, cependant la surface irriguée ne dépasse pas 142 809 Ha.

Tableau 30 : Présentation du périmètre Agricole Irrigué dans la région de l'Oranie.

Surface (Ha)	SAT	SAU	SAU en Irrigué
Agglomérations du B.V. des Côtiers Oranais	2 314 717	1 735 408	142 809

Source : MADR 2014.

IV.2.2.2 Le cheptel :

Le tableau 31 contient le nombre total du cheptel dans la région de l'Oranie qui est de l'ordre de 2 530 780 têtes entre bovins, ovins, caprins, équins et mulets.

Tableau 31 : Nombre du cheptel dans la région de l'Oranie.

Cheptel	Total
La région de l'Oranie	2 530 780

Source : MADR 2001.

IV.2.2.3 Les besoins et l'alimentation en eau de l'agriculture :

Les besoins en eau de l'agriculture sont individualisés selon que la demande soit destinée à l'irrigation et/ou à l'élevage. Pour ce dernier, sa consommation, quoique moins importante que celle de l'irrigation, représente une certaine demande qu'il faut nécessairement faire apparaître dans les bilans de planification (Mekkaoui F. Z., 2018).

IV.2.2.3.1 Les besoins en eau de l'irrigation :

L'évolution des besoins en eau d'irrigation est liée directement à l'augmentation des terres irrigables.

Tableau 32 : Evolution dans le temps des besoins en eau de l'irrigation dans la région de l'Oranie (2008-2060).

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Superficie irriguée (ha)	142809	142849	142949	143049	143149	143249
Besoins en eau de l'irrigation (Hm³/an)	181,37	181,42	181,55	181,67	181,80	181,93
	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Superficie irriguée (ha)	143349	143449	143549	143649	143749	143849
Besoins en eau de l'irrigation (Hm³/an)	182,05	182,18	182,31	182,43	182,56	182,69

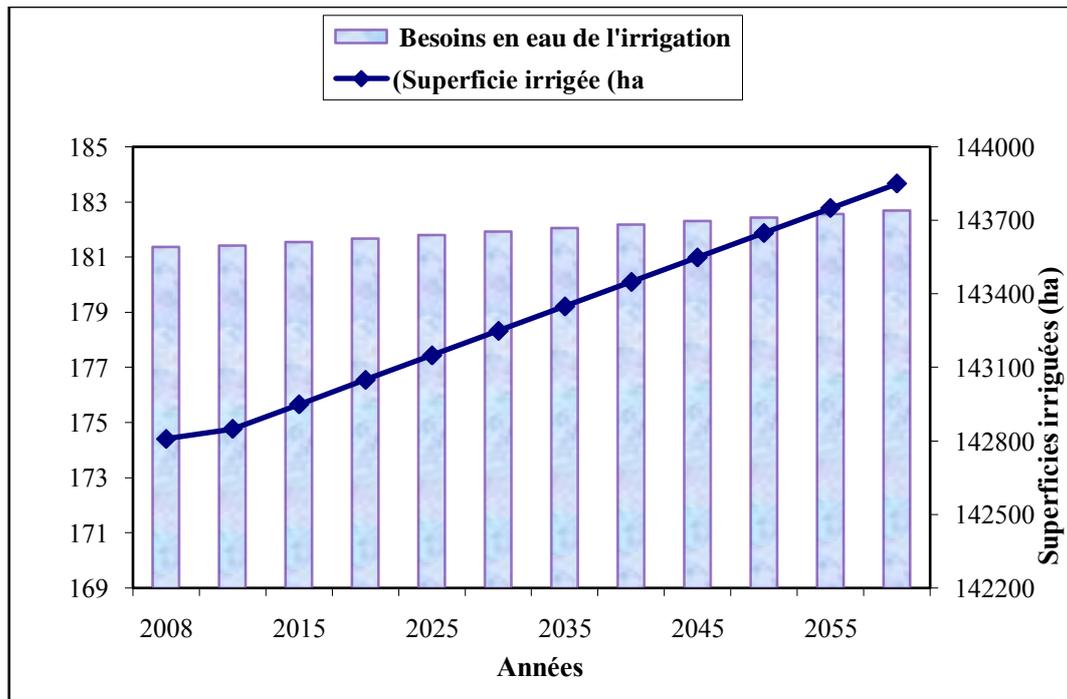


Figure 26 : Evolution dans le temps des surfaces irriguées et leurs besoins en eau dans la région de l'Oranie (2008-2060).

IV.2.2.3.2 Les besoins en eau du cheptel :

Les besoins en eau du cheptel selon le tableau 33 et la figure 27 pour l'année 2021 sont de l'ordre de 10,49 Hm³. Ils dépasseront les 15,35 Hm³ vers 2060.

Tableau 33 : Evolution dans le temps des besoins en eau pour le cheptel dans la région de l'Oranie (2008-2060).

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Nombre du cheptel (Tête)	2530780	2581396	2710465	2845989	2988288	3137702
Besoins en eau du cheptel (Hm³/an)	9,24	9,42	9,89	10,39	10,91	11,45
	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Nombre du cheptel (Tête)	3294588	3459317	3632283	3813897	4004592	4204821
Besoins en eau du cheptel (Hm³/an)	12,03	12,63	13,26	13,92	14,62	15,35

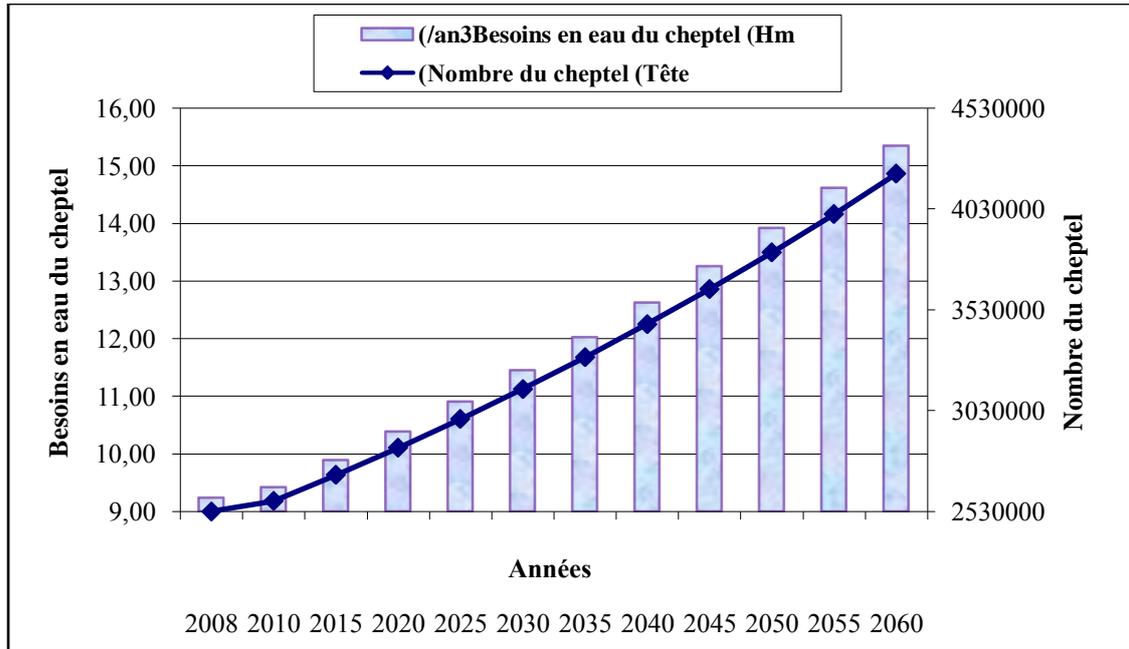


Figure 27 : Evolution dans le temps du cheptel et ces besoins en eaux dans la région de l'Oranie (2008-2060).

Les besoins en eau de l'agriculture AEA sont celles de l'irrigation et du cheptel, les résultats sont dans les tableaux 34 et le figure 28 suivants

Tableau 34 : Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'agriculture dans la région de l'Oranie (2008- 2060).

Année	2008	2010	2015	2020	2025	2030
AEA (Hm³/an)	190,60	190,84	191,44	192,06	192,71	193,38
Année	2035	2040	2045	2050	2055	2060
AEA (Hm³/an)	194,08	194,81	195,57	196,35	197,18	198,04

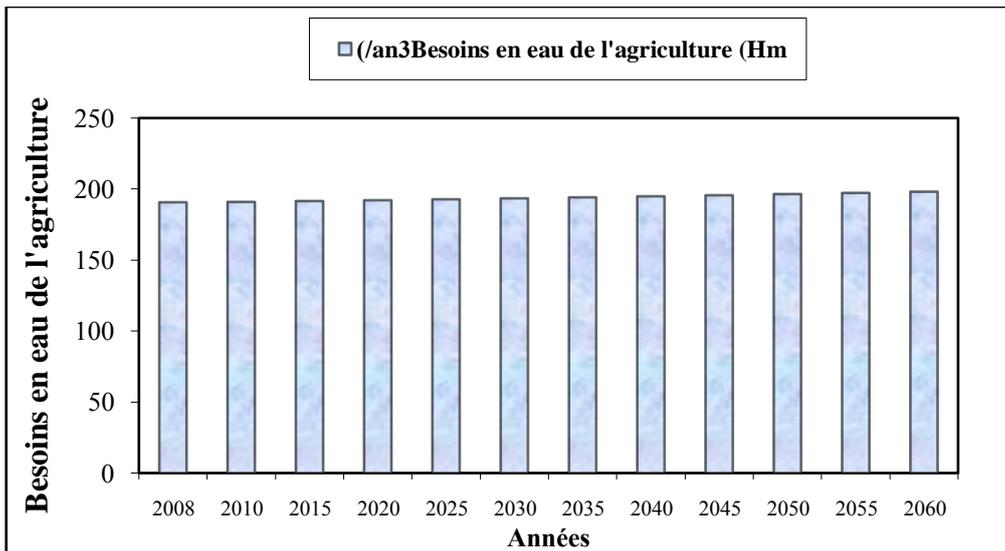


Figure 28 : Evolution dans le temps des besoins en eau de l'agriculture dans la région de l'Oranie (2008-2060).

IV.2.3 L'alimentation en eau industrielle (AEI) :

IV.2.3.1 Les besoins futurs en eau industrielle :

Après avoir vu le premier et le deuxième consommateur d'eau (irrigation et consommation domestique), le troisième consommateur est l'industrie. Le tableau 35 et la figure 29 représentent l'évolution des besoins en eau de l'industrie.

Tableau 35 : Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie dans la région de l'Oranie (2008-2060).

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Besoins en eau AEI (Hm³/an)	296,75	296,87	297,17	297,47	297,78	298,09
	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Besoins en eau AEI (Hm³/an)	298,42	298,74	299,08	299,42	299,77	300,12

Le tableau 35 démontre que les besoins en AEI estimés en 2021 sont de l'ordre d'environ de 297.53 millions de m³ par an et avoisineront les 300 Hm³ en 2060.

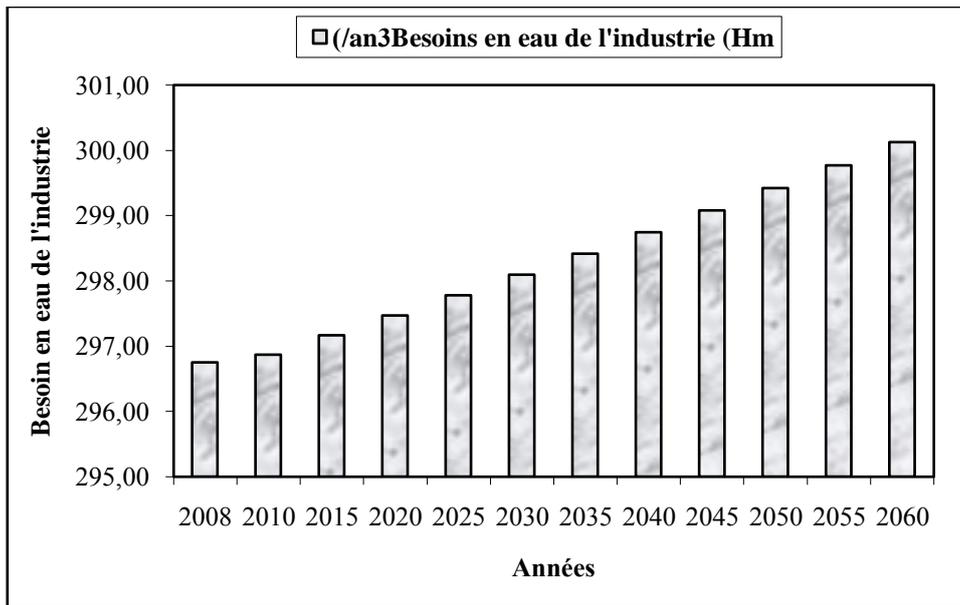


Figure 29 : Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie dans la région de l'Oranie (2008-2060).

IV.2.4 Les besoins en eaux globales dans la région de l'Oranie :

En l'an 2021, les besoins en eau globaux pour les différents secteurs dans la région d'étude s'élèvent à près de 895,21 millions de m³ par ans. Les projections démontrent qu'à court terme (2030) les besoins en eau globaux se situeront à près de 955,10 millions de m³ par an, et ils s'élèveront à moyen terme (2045) à 1074,29 millions de m³ par an. Ils atteindront à l'horizon 2060 (le long terme) les besoins sont 1222,85 millions de m³ par an, dont 80.95 % sont proprement des besoins en eau potable.

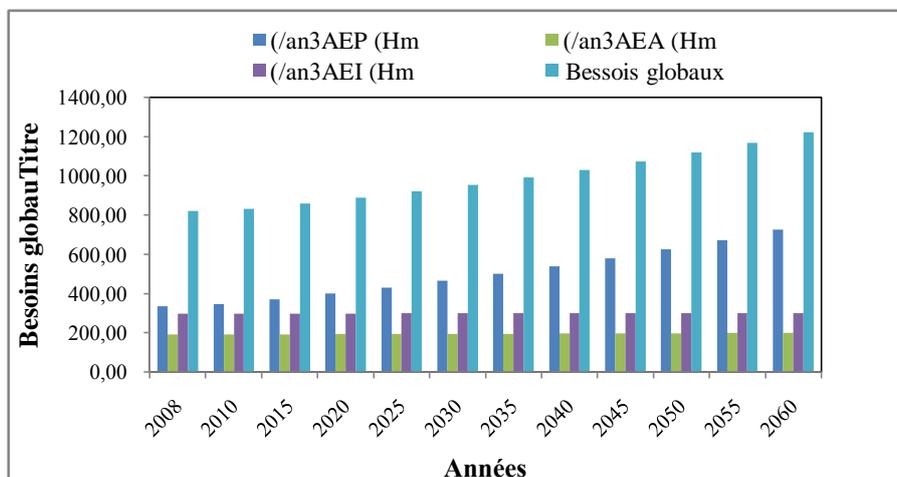


Figure 30 : Evolution des besoins en eau globaux des différents secteurs usagers dans la région de l'Oranie (2008-2060).

Tableau 36 : Besoins en eaux globaux des différents secteurs usagers dans la région de l'Oranie (2008-2060).

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Besoins en AEP (Hm³/an)	334,13	344,23	370,83	399,49	430,37	463,63
Besoins en AEA (Hm³/an)	190,60	190,84	191,44	192,06	192,71	193,38
Besoins en AEI (Hm³/an)	296,75	296,87	297,17	297,47	297,78	298,09
Besoins Globaux	821,49	831,94	859,44	889,02	920,85	955,10
	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Besoins en eau AEP (Hm³/an)	499,46	538,06	579,64	624,44	672,70	724,69
Besoins en AEA (Hm³/an)	194,08	194,81	195,57	196,35	197,18	198,04
Besoins en AEI (Hm³/an)	298,42	298,74	299,08	299,42	299,77	300,12
Besoins Globaux	991,95	1031,61	1074,29	1120,22	1169,65	1222,85

IV.3 La confrontation "Besoins/ Ressources" en eaux pour les agglomérations du bassin versant des Côtiers Oranais aux différents horizons (2008- 2060) :

La confrontation entre les besoins et les ressources en eau au sens d'une comparaison des données actuelles ou projetées, elle sert en principe à constater l'adéquation des ressources, ou à révéler les problèmes posés par l'éventualité d'une pénurie d'eau plus ou moins à long terme (Khalifaoui F., 2008).

Les besoins en eau globaux dans notre zone d'étude égales à près de 895.21 millions de m³ par an en 2021, et les ressources en eau naturelles renouvelables existant sont estimées à 1056.6 millions de Hm³ par an.

A court terme (2030), l'indice de consommation est de l'ordre de 90,39%, à moyen terme il s'élève à l'horizon 2045 à 101.67%. À long terme (2060), il est de

l'ordre de 115.73%. Signalant une pénurie, nécessitant une gestion rationnelle des ressources en eau souterraines (tableau 37).

Tableau 37 : Besoins en eau globaux et indices de consommation des différents secteurs usagers dans la région de l'Oranie (2008-2060).

	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Besoins Globaux	821,49	831,94	859,44	889,02	920,85	955,10
Indice de consommation (%)	77.75	78.74	81.34	84.14	87.15	90.39
	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Besoins Globaux	991,95	1031,61	1074,29	1120,22	1169,65	1222,85
Indice de consommation (%)	93.88	67.63	101.67	106.02	110.70	115.73

A- Scénario de référence (réel) :

Les ressources en eau naturelles renouvelables existant dans la région de l'Oranie sont estimées à 1056.6 de Hm³ par an, l'eau naturelle mobilisable est de 844,3 millions de m³ par an, cependant, seulement un volume maximal de 311,49 millions de m³ par an est mobilisé.

D'après la figure 31 on remarque que La rareté existe déjà depuis un bon moment (les besoins en eau dépassent le volume d'eau mobilisé), la transition vers le déficit, lorsque les besoins en eau atteignent la quantité d'eau mobilisable, commence en 2012 ; et c'est à ce point où la gestion par l'offre atteint sa limite, et on passe à la phase de la gestion de la demande.

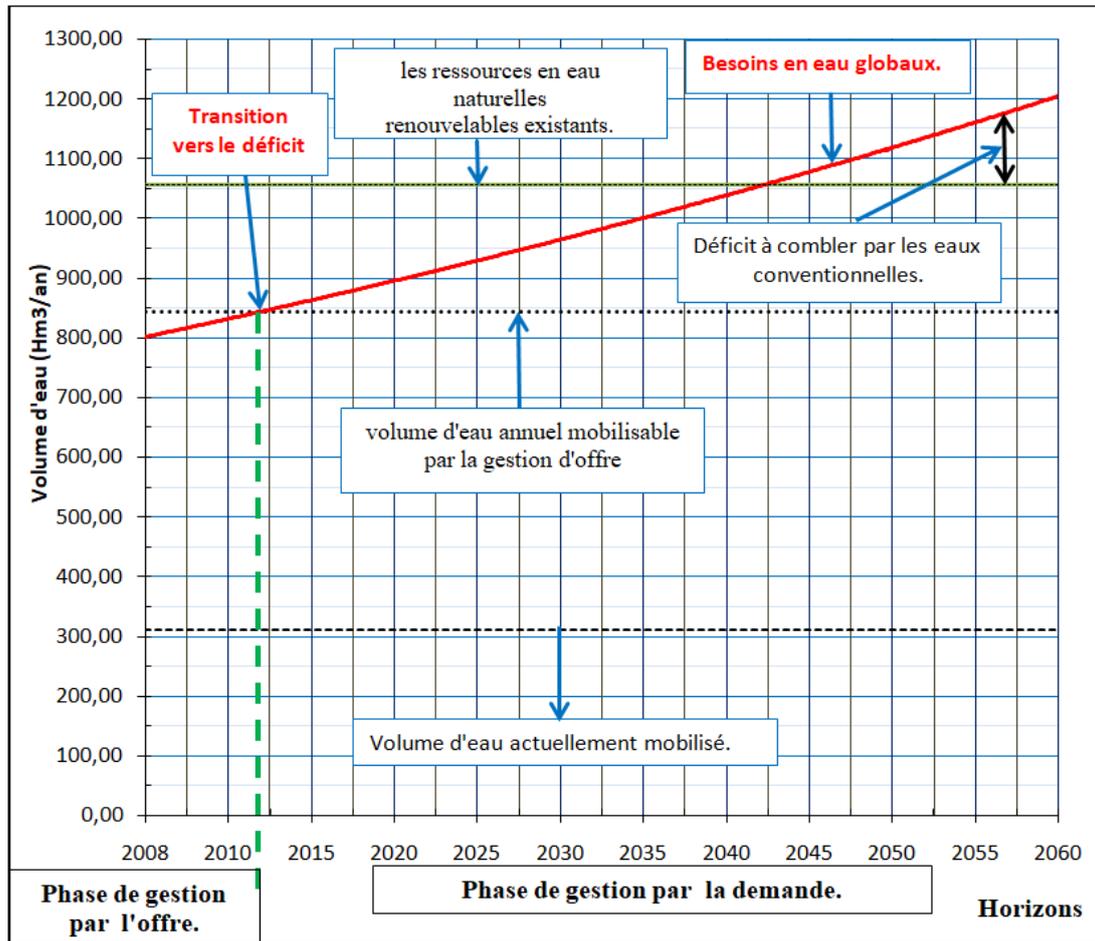


Figure 31 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

B- Scénario optimiste:

Ce scénario dépend de l'ajout des ressources en eau non-conventionnelles produites à partir d'usines de dessalement et des stations d'épuration situées dans la région d'étude avec différentes capacités de production proposées (80 %, 90 % et 100 %). À de telles capacités, l'usine peut produire 564.06 Hm³, 634.56 Hm³ et 705.07 Hm³, respectivement.

A partir des graphes ci-dessous (figure 32, 33 et 34) il est claire que l'apport des ressources non-conventionnelles peut combler et reporter la situation de rareté vers les années 2019, 2028 et 2038 respectivement, ainsi que la situation de déficit qui sera elle aussi reporter à une année ultérieur à notre horizon de simulation (2060) pour les trois capacités de production.

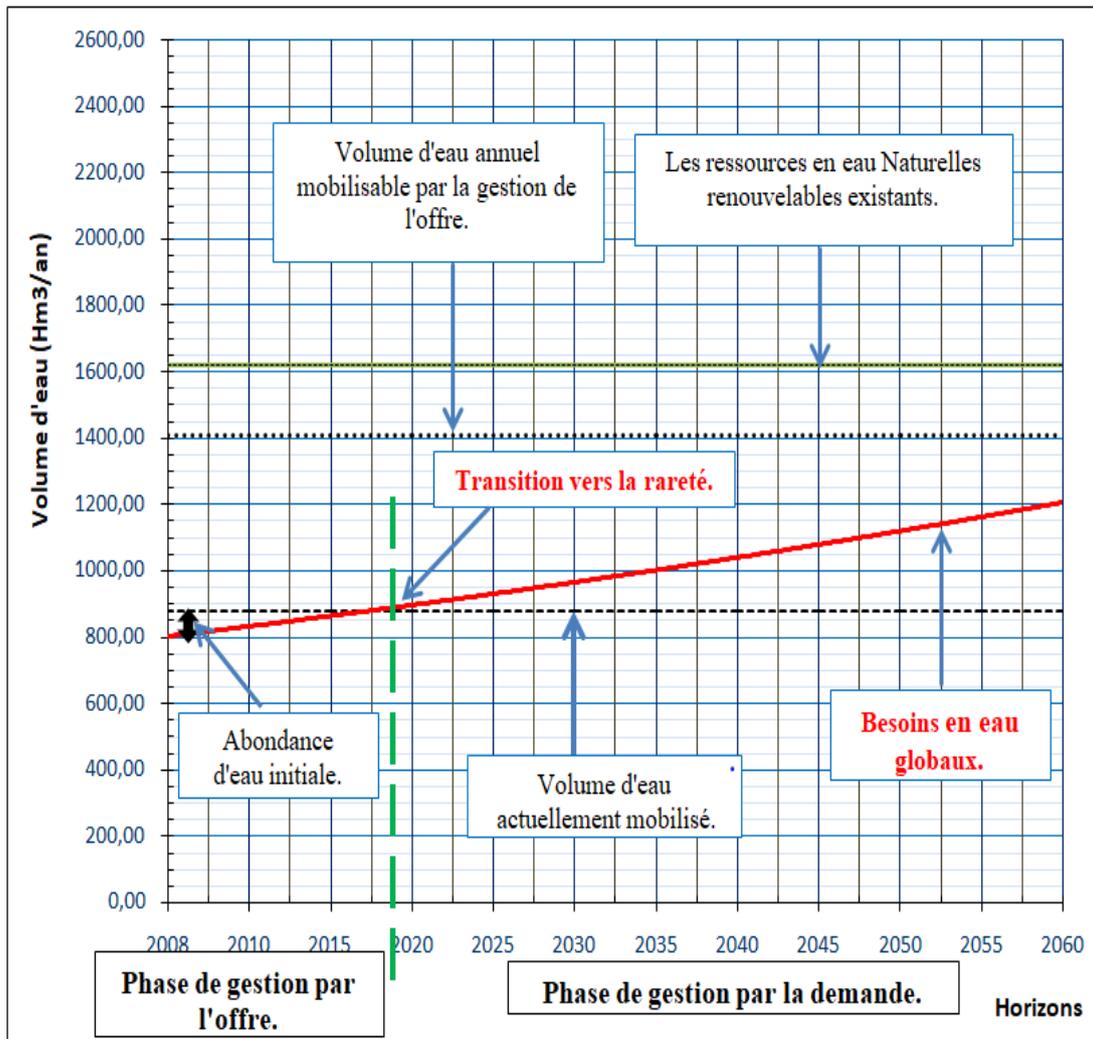


Figure 32 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranaie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario optimiste avec un apport des ressources non-conventionnelles à 80% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

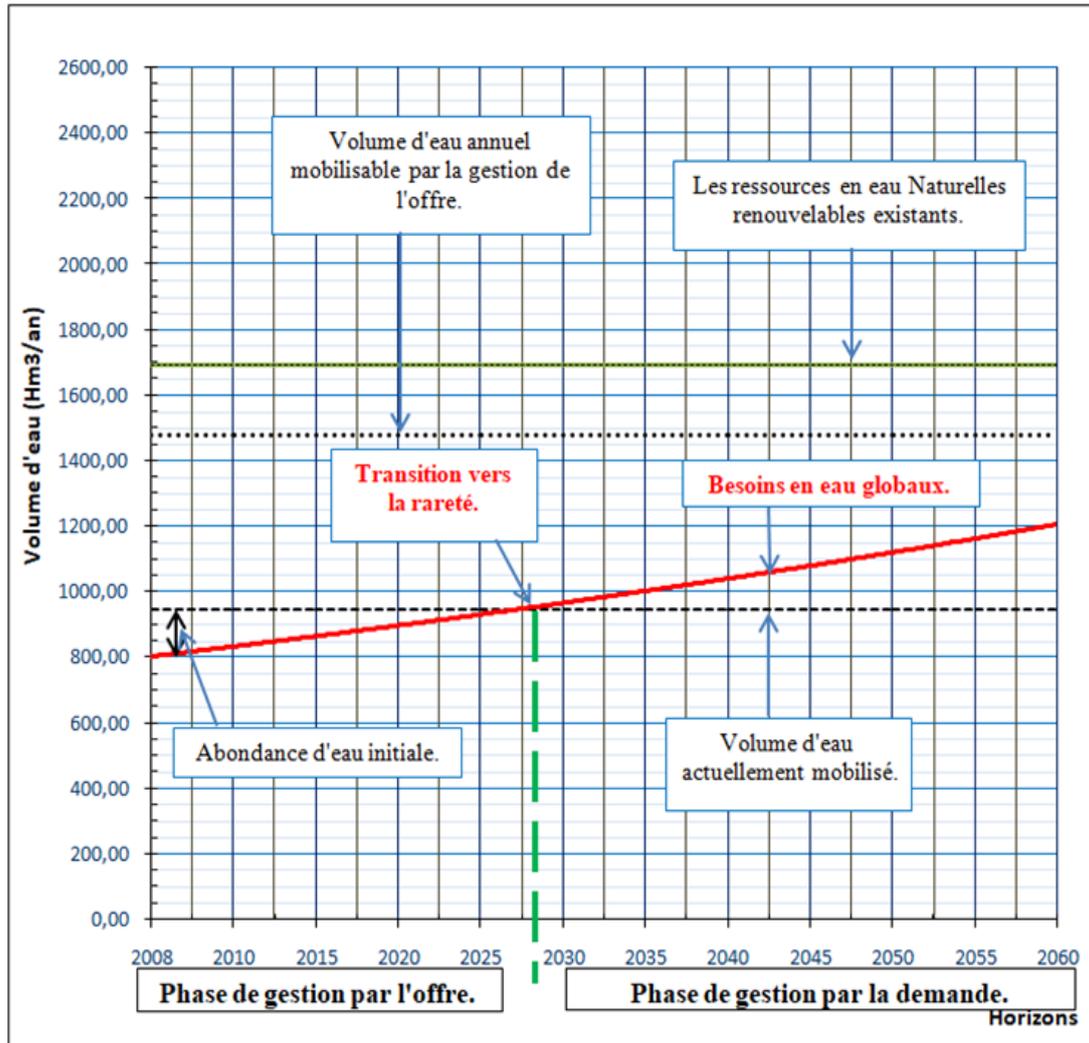


Figure 33: Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario optimiste avec un apport des ressources non-conventionnelles à 90% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

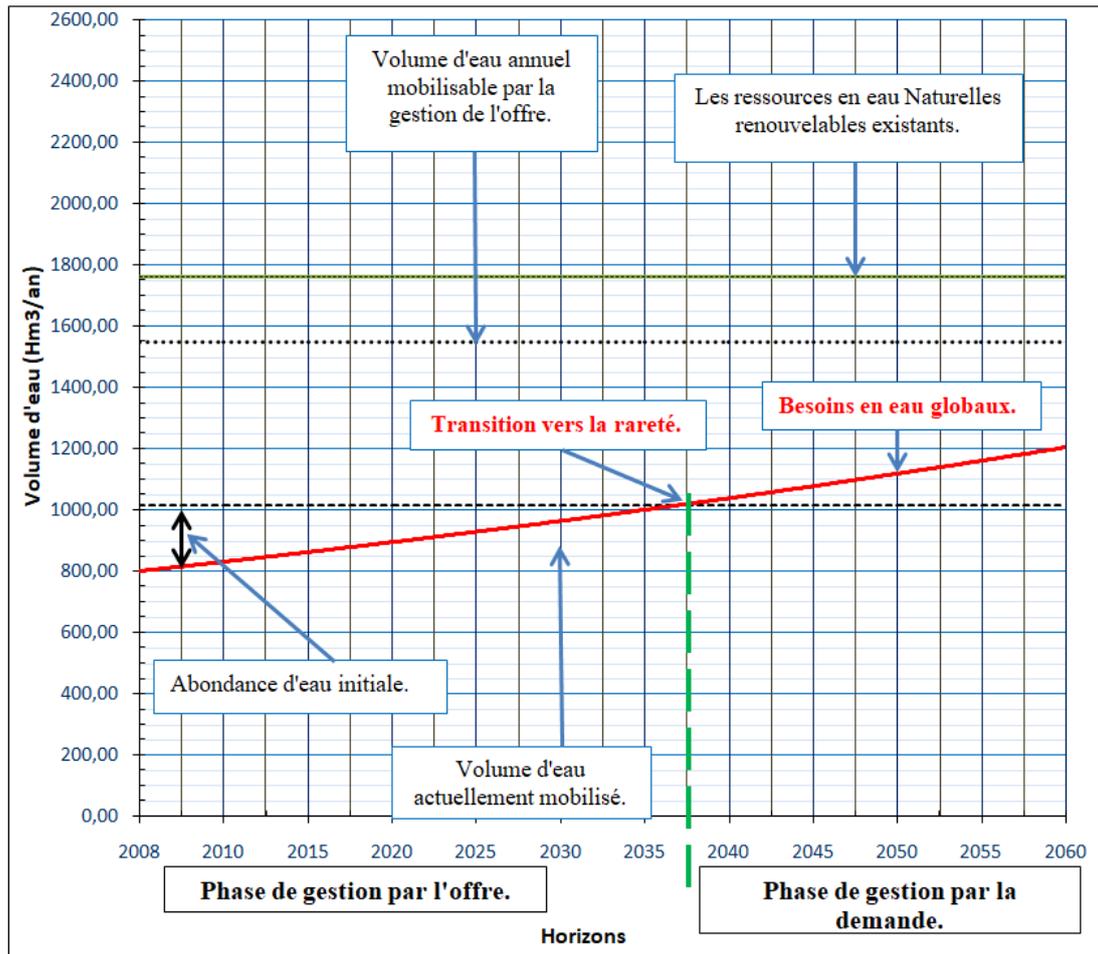


Figure 34 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario optimiste avec un apport des ressources non-conventionnelles à 100% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

C-Scénario pessimiste :

Dans ce scénario on va inclure l'effet des changements climatiques et bien précisément la sécheresse qui touche depuis plusieurs décennies (depuis 1975 selon Djellouli F. et al.). D'après les Modèles de Circulation Globales GCM de la prédiction de la sécheresse et parmi eux le CMIP (Coupled Models Intercomparison Project) Projet des Modèles couplés d'Intercomparaison dans sa version 2 prédit une diminution des précipitations de 15 mm et une augmentation de la température de

2°C. Une telle situation peut causer une diminution d'environ **10% du volume ruisselé et infiltré** dans une région qui un climat semblable à la notre (Djelfa) (Benlahrech A. I., 2019).

Donc le scénario pessimiste basé sur la supposition d'une baisse d'environ 10% des ressources mobilisable et mobilisées et est élaboré sur la base du scénario réel et le scénario optimiste (apport des eaux non-conventionnelles).

Il est représenté dans les figures 35, 36, 37 et 38. Ce scénario montre que le déficit qui a été enregistré en 2012 dans le scénario réel est avancé de plusieurs années (figure 35) ; quant à la contribution des eaux-non conventionnelles (80%, 90% et 100% de la capacité de production), le rareté sera constaté au cours des années 2008, 2014 et 2024. Ce qui veut dire que le rareté va être avancé de 11 pour la capacité de production 80% et de 14 ans pour les capacités de production 90% et 100%, sous l'effet de la sécheresse.

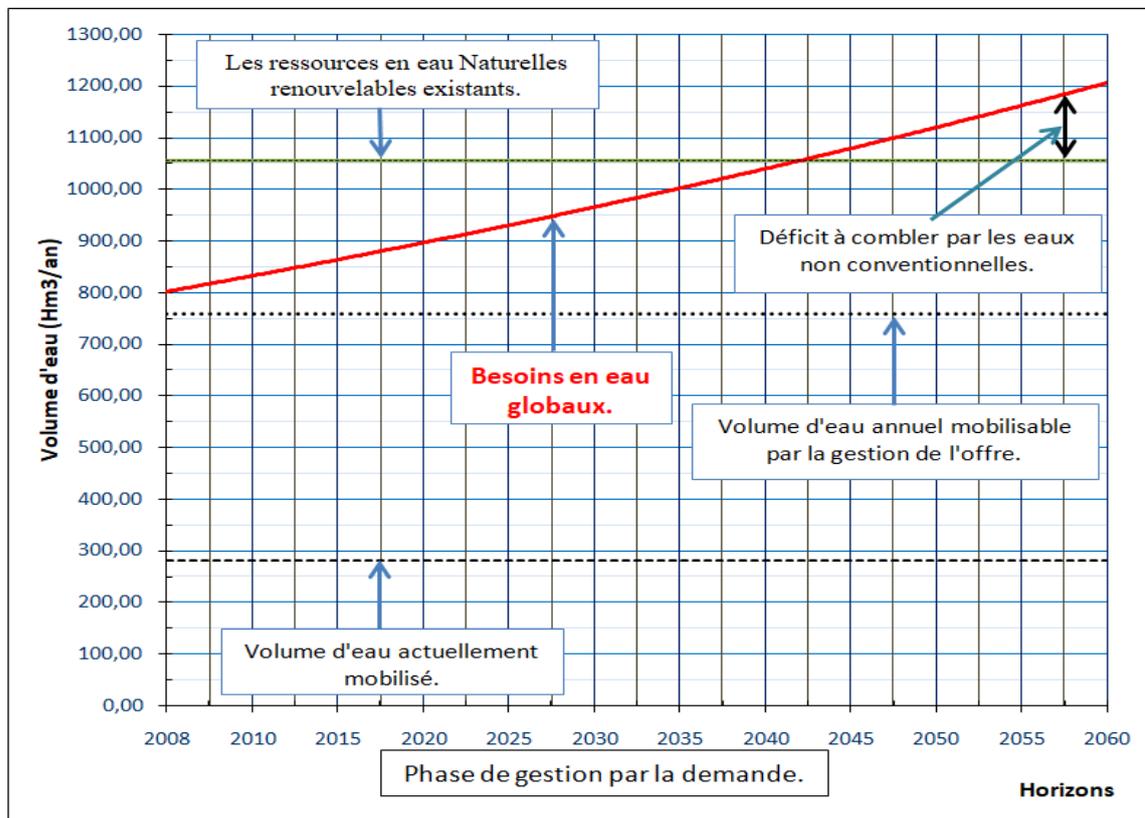


Figure 35 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario pessimiste avec une diminution des ressources mobilisables et mobilisés de 10% : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

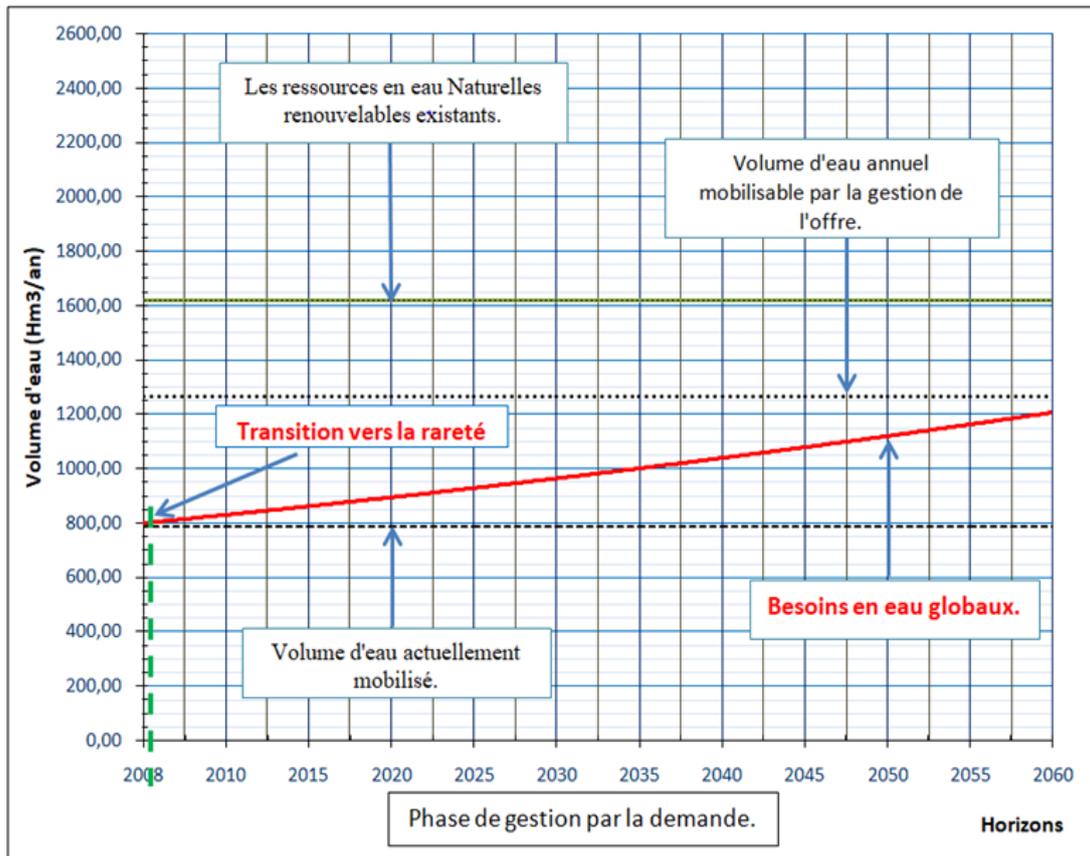


Figure 36 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario pessimiste avec l'apport des ressources non-conventionnelles à 80% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

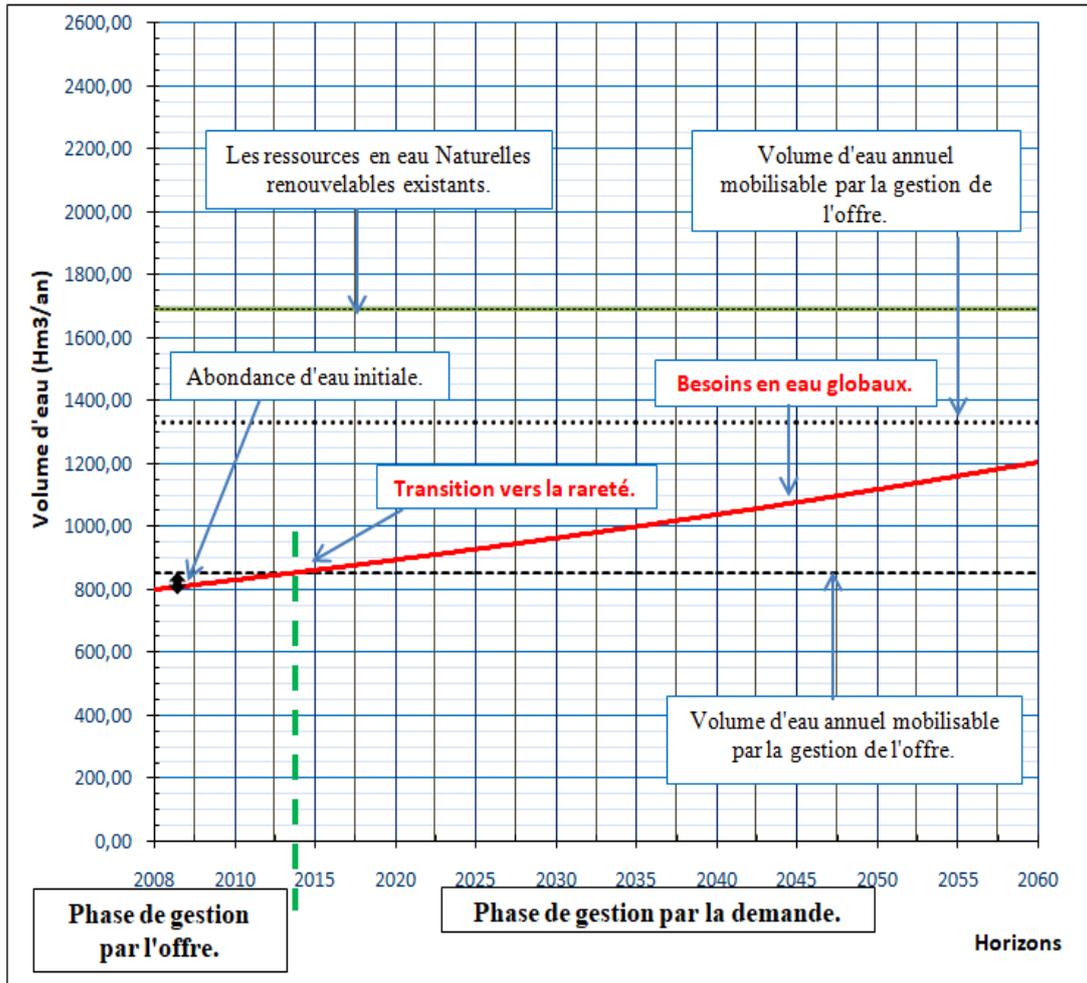


Figure 37 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario pessimiste avec l'apport des ressources non-conventionnelles à 90% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

production 80%, 90% et 100%. Par rapport au scénario pessimiste notre scénario surement aggrave le déficit qui a été enregistré avant 2008.

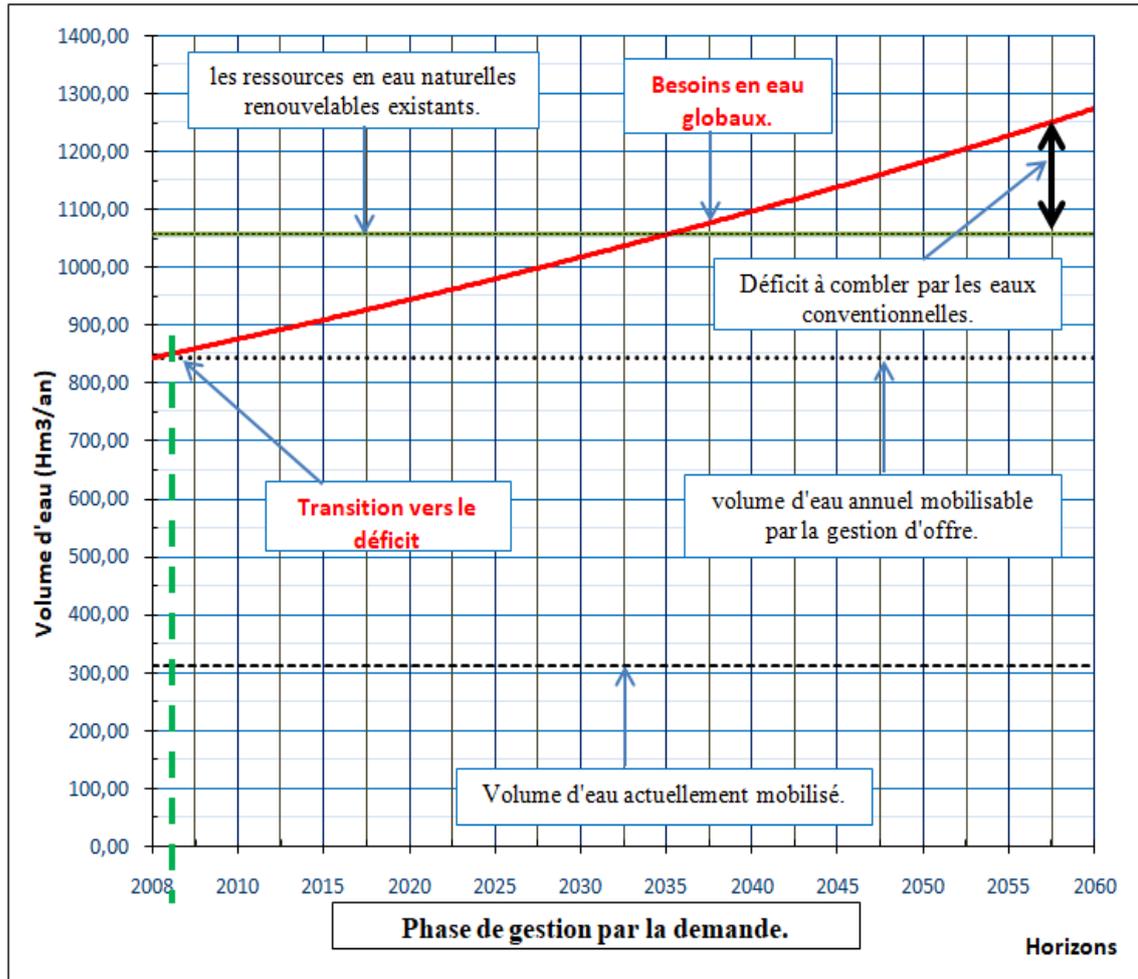


Figure 39 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

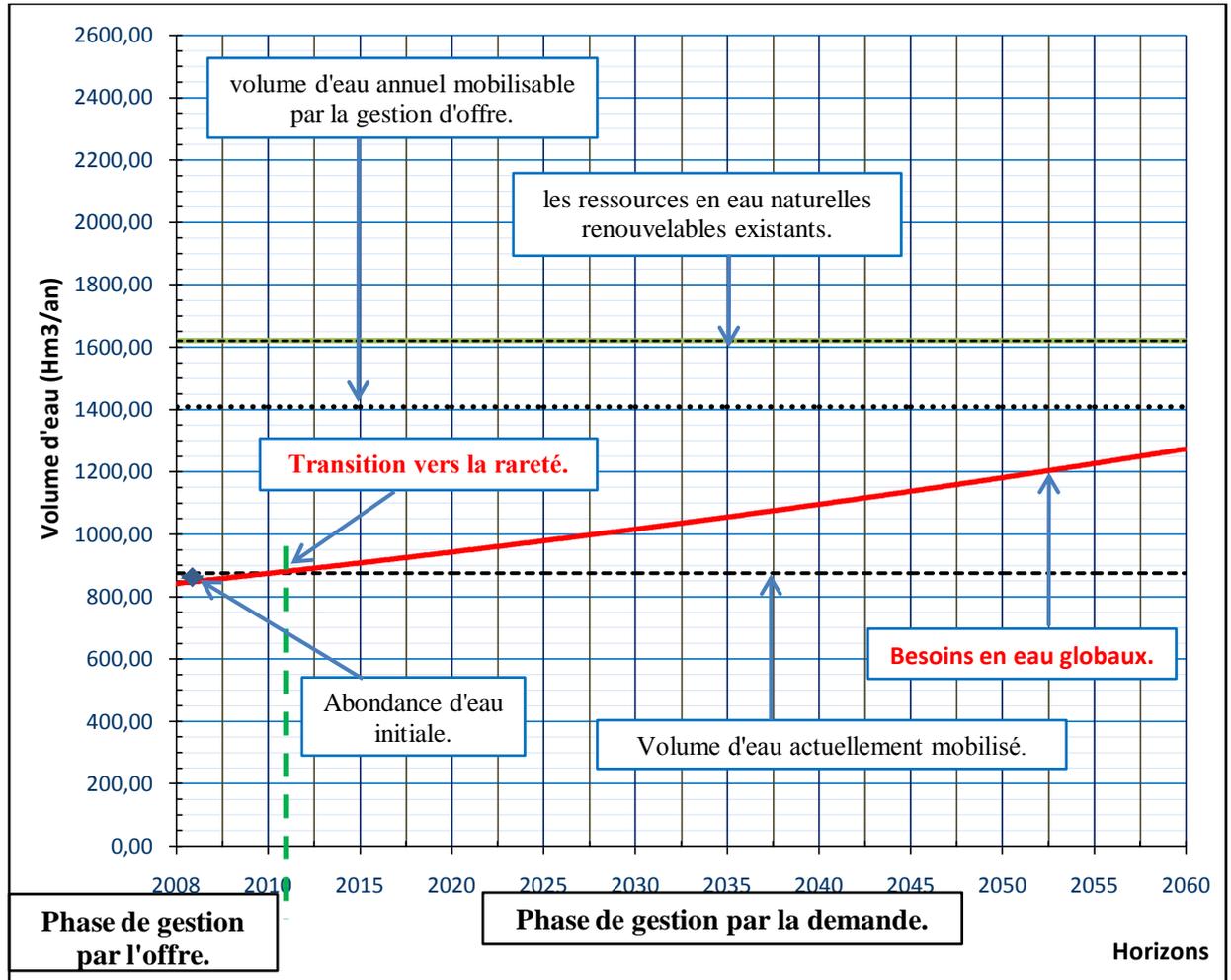


Figure 40 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec un apport des ressources non-conventionnelles à 80% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

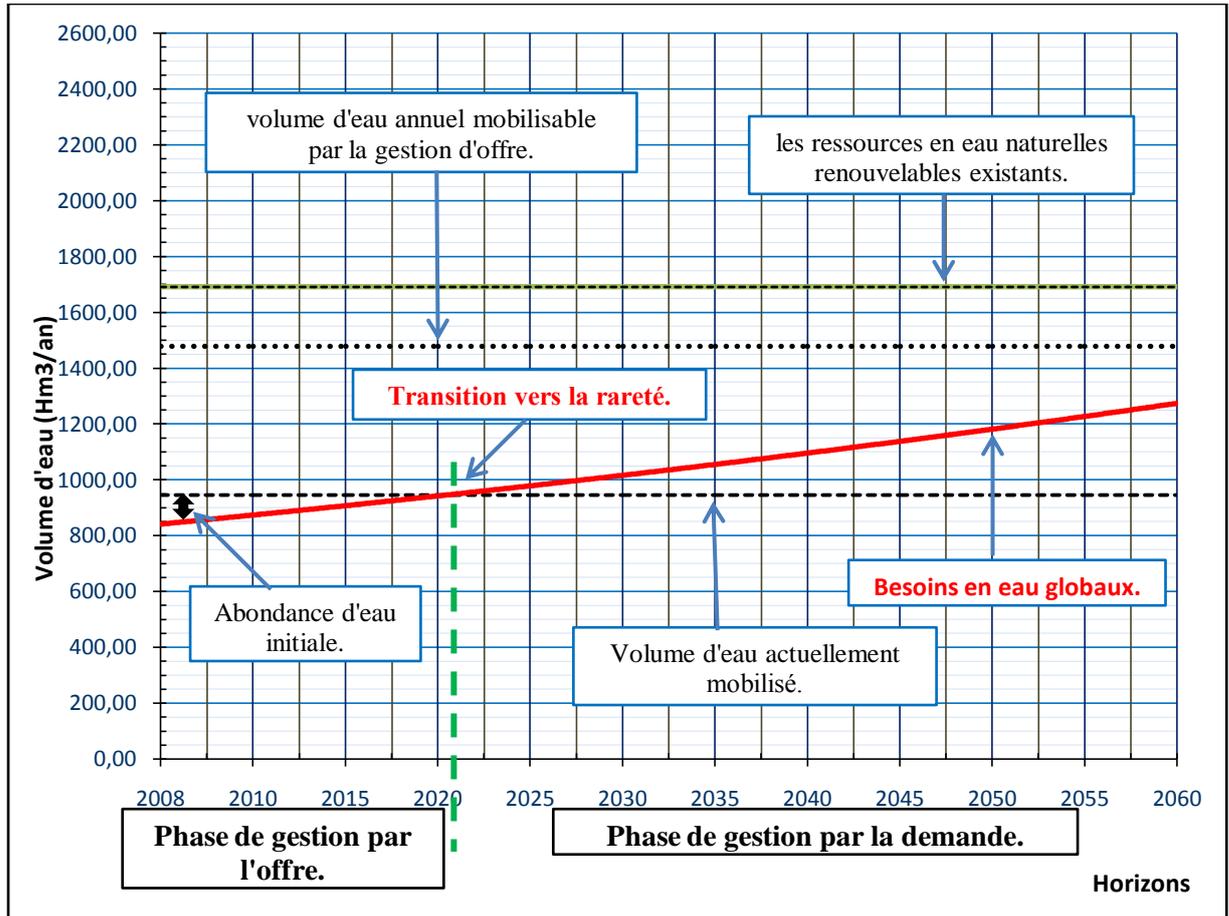


Figure 41 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec un apport des ressources non-conventionnelles à 90% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

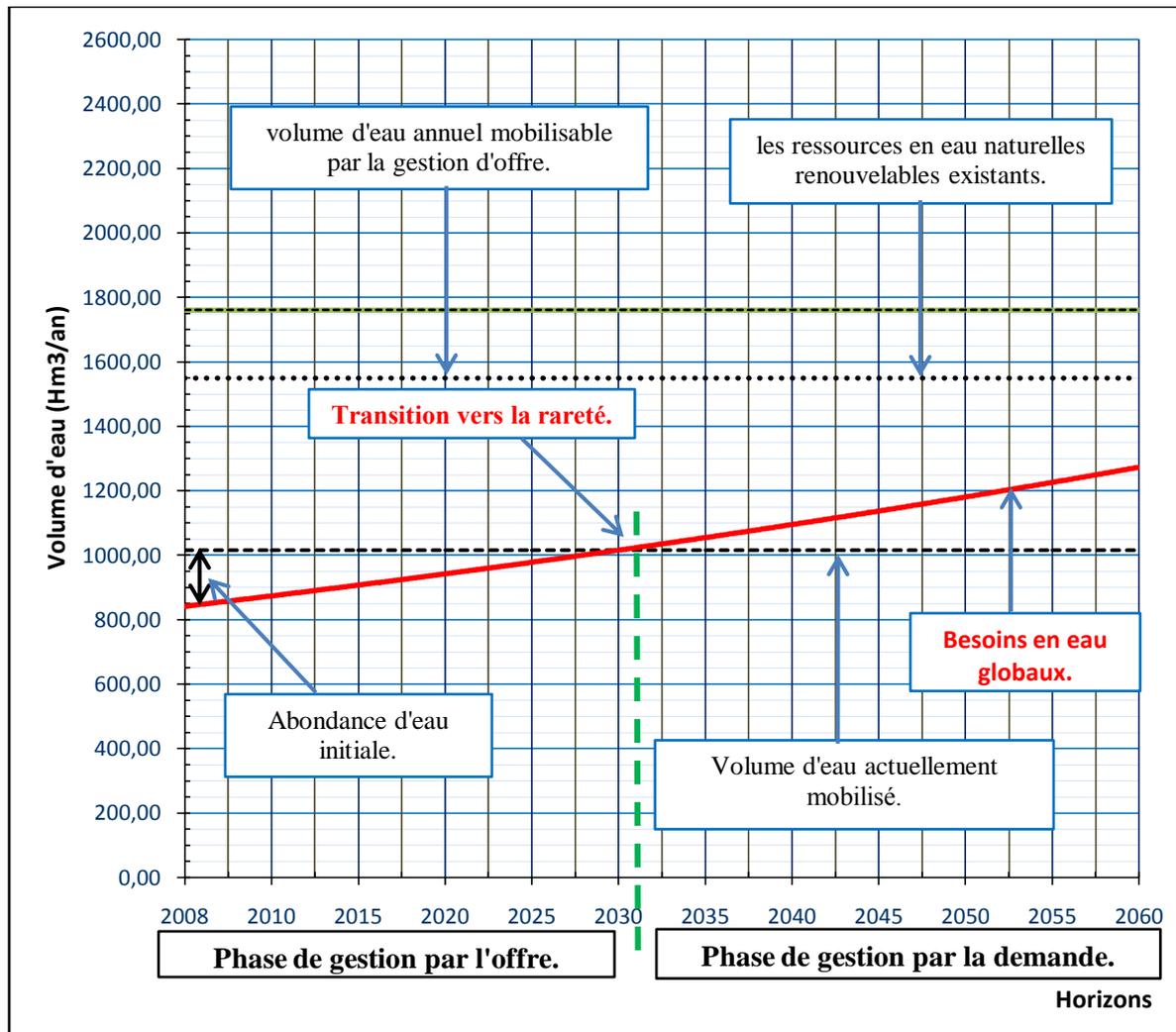


Figure 42 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec un apport des ressources non-conventionnelles à 100% de la capacité de production : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

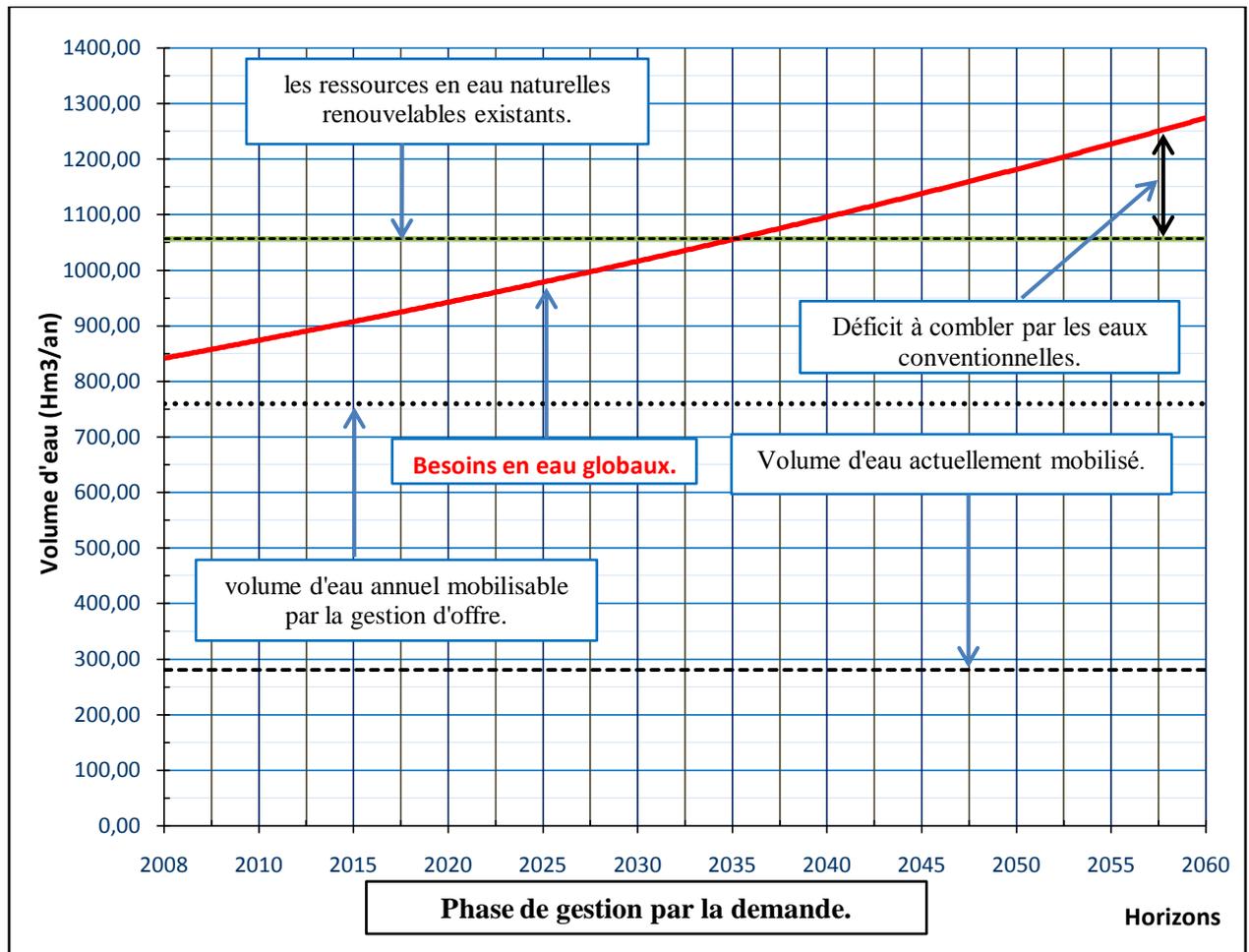


Figure 43 : Modèle théorique de la transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion de la demande en eau dans la région de l'Oranie aux différents horizons (2008-2060) pour le scénario "Effet du tourisme" avec une diminution de 10% des ressources mobilisables et mobilisés : courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et des ressources mobilisées (D'après Treyer S., 2006. Modifiée).

IV.4 Conclusion :

Les ressources renouvelables dans la région de l'Oranie sont de 1056.6 Hm^3 parmi lesquelles $844.3 \text{ Hm}^3/\text{an}$ sont mobilisables et $311.49 \text{ Hm}^3/\text{an}$ mobilisé. Avec des besoins actuels de 895.21 Hm^3 , au court terme (2030) sont de $955.10 \text{ Hm}^3/\text{an}$, à moyen terme (2045) sont de $1047.29 \text{ Hm}^3/\text{an}$ et à long terme (2060) sont de $1222.85 \text{ Hm}^3/\text{an}$.

La confrontation entre ces besoins croissants et les ressources en eau disponibles a prouvé que le déficit hydrique depuis 2012 est passé du phase de la gestion de l'offre au phase de la gestion par la demande.

Pour tenter de combler le déficit actuel, l'eau non-conventionnelle a été utilisée, le déficit a donc été reporté après l'horizon 2060, et la rareté apparaît dans les années 2019, 2028 et 2038, respectivement, avec une capacité de production de 80%, 90% et 100%.

Si l'on inclut l'impact potentiel de la sécheresse, le déficit existe déjà depuis un certain temps (par rapport au scénario réel), mais en ajoutant de l'eau non-conventionnelle, la rareté apparaît en 2008, 2014 et 2024, respectivement, avec une capacité de production de 80%, 90% et 100% et il y'aura pas de déficit d'ici 2060.

Dans le scénario "Effet du tourisme", le déficit (i) apparaît en 2008 (par rapport au scénario réel) ce qui implique que la situation est aggravée et le déficit est avancé de 3 ans, (ii) la rareté avancé de 8, 7 et 7 années respectivement pour les capacités de production 80%, 90% et 100% (par rapport au scénario optimiste), (iii) le déficit est enregistré avant 2008 par rapport au scénario pessimiste.

***CONCLUSION
GENERALE***

Cette étude s'intéresse à l'étude de la gestion de ressource en eau dans la région de l'Oranie .

A travers cette étude nous avons pu conclure que :

Le relief de notre région d'étude est caractérisé par une grande diversité (montagnes, plaines et bande côtière). Du point de vu géologiques, les formations affleurant ont un âge allant du paléozoïque au quaternaire.

A partir de l'étude hydroclimatologique il ressort que le climat est de type semi-aride. Les précipitations durant la période (2009-2019) sont de l'ordre de 323.92 mm, 371 mm et 411.18 mm en moyenne annuelle, la température moyenne annuelle est de 17.99 °C, 18.35 °C, 17.86 °C à Tlemcen, de Mostaganem et de Saida respectivement.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR) déterminées par la méthode de Thornthwaite, sont respectivement égales à : 902.8 mm/an à Tlemcen, 910.7 mm/an à Mostaganem et 946.3 mm/an à Saida et 283.0 mm/an (87.37 % des précipitations) à Tlemcen, 279.4 mm/an (75.28% des précipitations) à Mostaganem et 314.9 mm/an (76.58% des précipitations) à Saida.

La région d'Oranie comprend trois bassins versants : le bassin versant de la Tafna, le bassin versant de Macta et le bassin versant de des Côtiers Oranais, avec un chevelu hydrographique dense.

Du point de vu hydrogéologique, la région d'étude contient plusieurs formations hydrogéologiques tel que les calcaires du Lias (Jurassiques), le massif calcaire du Murdjadjo et les horizons de sable, grés et lumachelles, ces deux dernières se caractérisent par leurs eaux salées.

La bonne gestion nécessite l'étude de tous les facteurs influençant sur la demande en eau, tel que : les ressources limitées, le changement climatique, vieillissement des infrastructures et le développement démographique.

Le diagnostique quantitatif des ressources en eau existantes dans la région de l'Oranie a permis de démontrer que les ressources renouvelables sont de 1056.6 Hm³ par an, parmi lesquelles 844.3 Hm³ par an sont mobilisables et 311.49 Hm³ par an sont mobilisées. Les besoins en eau globaux sont de 895.21 millions de m³ par an en 2021. A court terme (2030) sont 955,10 millions de m³ par an et à moyen terme (2045) sont de 1074,29 millions de m³ par an, à long terme (2060) sont de 1222,85 millions de m³ par an.

Face à la demande croissante ainsi que des ressources épuisables, on note que le déficit existe depuis 2012 (lorsque la demande dépasse l'eau

mobilisable), ça veut dire qu'on passera de la phase de la gestion de l'offre à une phase de la gestion de la demande, et il peut être enregistré avant l'année 2008 dans le scénario incluant l'impact possible de la sécheresse.

Pour lutter contre ce déficit, des eaux non conventionnelles (stations de dessalement et de traitement) ont été utilisées, et le déficit a été comblé. Quant à la rareté, elle apparaît dans les années 2019, 2028 et 2038, respectivement, avec une capacité de production de 80% , 90 % et 100 %, et vers 2008, 2014 et 2024 si l'on inclut l'impact potentiel de la sécheresse.

Etant donné que la zone étudiée reçoit beaucoup de touristes et augmente la demande en eau, notamment en eau potable, on note que le déficit apparaît à partir de l'année 2008, il peut être enregistré avant l'année 2008 dans le cas incluant l'impact éventuel de la sécheresse et la rareté apparaît en 2011, 2021 et 2031 lors de l'ajout des eaux non-conventionnelles.

Il est devenu clair à travers notre étude que la zone d'étude est faible et souffre d'un manque de précipitations et d'une rareté des ressources en eau. Par conséquent, nous proposerons les recommandations suivantes pour remédier à cette faiblesse et améliorer la gestion de l'eau :

- Valoriser et fournir les ressources en eau naturelles et mobilisées (construction de barrages et pose de canaux de dérivation), entretenir les infrastructures hydrauliques existantes (réservoirs, puits, traitement des eaux usées, distribution et assainissement, etc.) ;
- Soutenir les technologies économes en eau ou l'utilisation de sources d'eau alternatives (réutilisation des eaux usées, par exemple) ;
- Imposition des prix et amendes aux eaux ;
- Élaborer des plans à court, moyen et long terme pour tenter de répondre à tous les besoins et relever les défis ;
- Estimer avec précision les besoins en eau, prendre en compte tous les consommateurs, surveiller et suivre les ressources et leurs usages, afin de connaître la disponibilité future de l'eau et faire face aux risques futurs ;
- Clarifier les rôles et les responsabilités dans la gestion de l'eau et demander une action coordonnée entre tous les secteurs responsables avec la participation des citoyens ;

CONCLUSION GENERALE

- Gérer de l'eau au niveau des différents (Au niveau central, des wilayas, communal et local) domaines et un travail fédérateur entre eux pour diagnostiquer les problèmes locaux ;
- Allouer plus de ressources financières pour mobiliser l'eau ;
- Allouer les ressources humaines, techniques, scientifiques et financières adéquates pour évaluer la quantité et la qualité de l'eau ;
- Améliorer les compétences des fonctionnaires, et assurer l'intégrité et la transparence dans la gestion.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ahmed Zaid M., 2017. Gestion durable de l'eau potable et industrielle dans la commune de Tizi-Ouzou : Application à l'ADE et à l'ONA. Mémoire de Master, option : Management des services publics territoriaux, fac. SE, Univ. Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 128p.

A.N.R.H., 2013. Annuaire hydrologique de l'Algérie et étude pédologique du bassin Côtiers Oranais.

A.N.R.H., 2013. Annuaire hydrologique de l'Algérie et étude pédologique du bassin de la Tafna.

A.N.R.H., 2013. Annuaire hydrologique de l'Algérie et étude pédologique du bassin de la Mecta.

Asnoun S., 2019. دراسة التحويلات المائية ما بين الأحواض المائية الكبرى و انعكاساتها الاقتصادية والبيئية (الإقليم الشمالي الغربي-الج زائر). Thèse de Doctorat es-sciences en géographie, spécialité Aménagement urbain et régional, fac. STU, Univ. Mohamed Ben Ahmed - Oran 2, 352p.

Baba Hamed K. & Bouanani A., 2016. Caractérisation d'un bassin versant par l'analyse statistique des paramètres morphométriques : Cas du bassin versant de la Tafna. (Nord-ouest algérien). Geo-Eco-Trop., 2016, 40, 4 : 277-286.

Bahmed D., 2015. Bilan hydrique et évaluation des ressources en eau superficielle du bassin de la Mecta. These de Doctora, Option : Hydraulique, fac.AGC, Univ. des Sciences et de la Technologie d'Oran, 167p.

Bakria M., 2017. Essai de gestion intégrée des ressources en eau dans la wilaya de Guelma, mémoire de Master en sciences de la terre et de l'univers option : Villes et Dynamiques Spéciales, fac. SNV, Univ. de Djelfa, 72p.

Benlahrech A. I., 2019. Evaluation de la sécheresse et comparaison de son impact sur la gestion des ressources en eau des agglomérations des sous bassins versants de la basse Seybouse et de l'oued Djelfa-Hadjia. Mémoire de Master, option : Villes et Dynamiques Spéciales, fac. SNV, Univ. de Djelfa, 104p.

Boukamoum M., 2016. Contribution à la prévision de la demande en eau en Algérie (application sur l'agglomération de Sétif). Mémoire de Master, option : Alimentation en Eau Potable, Ecole Nationale Supérieur d'Hydraulique - Arbaoui Abdellah, 43p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bousslimi M., 2004. Alimentation en eau potable, Note de cours. Tunis, 142p.

Chinoune I., 2020. Impact de la station de dessalement d'El Mactaa sur les ressources en eau des agglomérations des Côtiers Oranais. Mémoire de Master, option : Villes, Dynamiques Spéciales et Gestion, fac. SNV, Univ. de Djelfa, 77p.

Dahmani A., 2010. Impact des changements climatiques sur les ressources en eau dans le bassin versant de Oued Fekan wilaya de mascara. Thèse de doctorat es-sciences, Univ. des Sciences et de la Technologie d'Oran, 71p.

Djaffar S. et Kettab A., 2018. La gestion de l'eau en Algérie : quelles politiques, quelles stratégies, quels avenir ? . Algerian Journal of Environmental Science and Technology, 648 P.

Djellouli F., Bounani A. & Babahamed K. 2016. Climate change: assessment and monitoring of meteorological and hydrological drought of wadi el hammam basin (NW-Algeria). J. Fundam. Appl. Sci., 8(3), 1037-1053.

Elouissi A., 2016. Changement climatique, impacts et vulnérabilité. cas du bassin versant de la macta. These de Doctora, option : Hydraulique, fac.SI, Univ. Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, 240p.

Hamlat A.,2014. Contribution a la gestion des ressources en eau des bassins versants de l'Ouest algérien a l'aide d'un système informatise. Thèse de Doctorat, Option : Hydraulique, fac. AGC, Univ. des Sciences et de la Technologie d'Oran,164p.

Hubert P., 1998. Eaupuscule : Une introduction à la gestion de l'eau. 2^{ème} Edition, 1998, HGA, Bucuresti, Romania.

Khadri S., 2009. Qualité des eaux de la vallée de la Seybouse dans sa partie aval : Impacts des néofacteurs de pollution., Mémoire de Magister, En Géologie, option : Géo-Sciences, FST, Univ. d'Annaba, 108p.

Khalfaoui F., 2008. Ressources en eau et gestion intégrée Dans le bassin versant du saf-saf (Nord-Est Algérien), mémoire de Magister en géologie, option : Hydrogéologie, Fac. ST, Univ. d'Annaba, 129p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Mahi E., 2017. Etude des Caractéristiques Morpho métriques du bassin versant des côtiers oranais. Mémoire de Master en Hydraulique, spécialité Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Ins. Tech, Centre Univ. Belhadj Bouchaib - Ain Temouchent, 72p.

Mekkaoui F., 2018. Evaluation de la sécheresse et son impact sur la gestion des ressources en eau dans les agglomérations du bassin versant de l'oued M'Zi (Wilaya de Laghouat).Mémoire de Master En Géographie et Aménagement du Territoire Option : Villes et Dynamiques Spatiales, fac. SNV, Univ. Djelfa, 92p.

Ministère de l'Agriculture et de développement rural in Annuaire statistique de l'Algérie 2000/2001.

Ministère de l'Agriculture et de développement rural in Annuaire statistique de l'Algérie 2013/2014, 324p.

Ministère de l'Hydraulique, Bureau National des Etudes Forestières, Etude d'aménagement du bassin versant de l'oued Rhiou. phase 2, 4205, 80p.

Monographie de la wilaya d'Ain Temouchent, 2013.

Monographie de la wilaya d'Oran, 2013.

Monographie de la wilaya de Sidi bel Abbes, 2013.

Monographie de la wilaya de Tlemcen, 2013.

Mouhouche B., 2012. Les problèmes du manque d'eau en Algérie : Une réalité qui fait peur. Djadid El-iktissad Review, Vol 07, 57p.

Mozas M. et Ghosn A., 2013. Etat des lieux du secteur de l'eau en Algérie. Etudes et analyses Octobre 2013, Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen (IPEMED), 25p.

Ouanouki B., 2012. Modélisation de la demande en eau dans une région aride. Cas de la Wilaya de Djelfa. Revue Nature & Technologie. N° 06. PP 93-105.

ONS: Office National des Statistiques, 2008.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Peron A., 1883. Essai d'une description géologique de l'Algérie pour servir de guide aux géologues dans l'Afrique française. Librairie de l'académie de médecine, 24p.

Pomel et Pouyane, 1889. Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie, 1er Série, Paléontologie- monographie locale. Imprimerie de l'association ouvrière, Alger, 06p.

Réalisation de l'étude d'actualisation du plan national de l'eau, 2011. Programme MDEA de l'Union Européenne.

Saci D., 2008. Utilisation des grands transferts d'eau dans l'aménagement du territoire "cas de l'Oranie". These de Magister. Option : Hydraulique, fac. SI, Univ. Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, 133p.

Tadlaoui S. & Bouabdallah M. E., 2016. L'eau dans le bassin de la Tafna. Mémoire de Master, Univ. Aboubakr Belkaïd-Tlemcen.

Treyer S., 2006. Quelle raréfaction de l'eau faut-il se préparer ? Construire une intervention prospective au service de la planification pour les ressources en eau Tunisie. Thèse de Doctorat, Inst. National Agronomique de Paris, 670p.