



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour – Djelfa
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Département des sciences de la terre et de l'univers

Mémoire de fin d'étude

En Vue De l'obtention Du Diplôme De Master en Géographie et
Aménagement du territoire.
Option : Villes et Dynamiques Spatial

Thème

Modélisation de la demande en eau par l'utilisation de
l'outil d'aide à la décision WEAP, Cas de la wilaya
de Skikda.

Présenté par : OMRANI Ahmed

Les membres du jury:

M . BEN KHELIF Ammar MAA : **President**
M . BOUZNAD Imad-Eddine MCB : **Promoteur**
M . HAIED Nadjib MCA : **Examinateur**
M . NAFTI Redouane MAA : **Examinateur**

Année Universitaire 2017/2018

Remerciements

A la fin de ce travail, je ne manque d'adresser mes sincères Remerciements à mon DIEU le grand créateur qui ma a guidé dans mes pats pour arriver à ce niveau.

La réalisation de ce travail n'aurait pu être menée à terme sans le support constant de mon encadreur Mr BOUZNAD Imad Eddine. Je désire lui adresser un merci tout particulier.

Je voudrais aussi dire un grand merci aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce mémoire, de me faire part de leurs remarques pertinentes qui me permettront d'enrichir ce travail et m'ouvriront sans nul doute de nouvelles pistes.

Nombreuses sont les personnes qui m'ont aide à réaliser ce travail, Je voudrais également remercier Mr SAHEL Boujemaa, HACHI Abdou et BOUNIFE Hamza pour la formation du SIG.

Je veux également exprimer ma reconnaissance et ma profonde gratitude à tous mes enseignants et enseignantes de notre belle Faculté pour l'enseignement qu'ils m'ont patiemment prodigué durant des années et qui m'ont permis d'accéder aujourd'hui à une formation universitaire de qualité. DIEU vous récompensera.

Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à tous mes proches et amis qui m'ont soutenu et encouragé avec leur générosité naturelle.

A toutes et à tous, je voudrais dire Merci.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère Mère et mon très cher Père

qui m'ont toujours encouragé pour que je réussisse dans mes études.

qui ont veillé pour mon bien être

qui m'ont soutenu dans les moments les plus difficiles de ma vie

A eux que j'aime et que je respecte infiniment, Le jour est venu pour leur dire Merci...

A mes chers frères.

A tous mes oncles et toutes mes tantes, cousins et cousines.

A toute la famille OMRANI.

Mes derniers remerciements, et ce ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

✍ Ahmed

Summary :

Management of water resources is a complex area to control for several reasons : multiplication and concentration of uses in a situation of interdependence, diversity of the socio-economic users ... This complexity makes us question the relevance and feasibility of an integrated management of water resources in a complex hydrosystem as the Skikda.

This work presents a double aspect. The current state of water resources of the Wilaya facing water demand from the different users is presented in the first part. To anticipate future constraints, a temporal evolution of water resources and of needs, is presented in the second part. For this, hydrological modeling and dynamic simulation of changes in structure and parameters of hydraulic systems is passed through the model WEAP (Water Evaluation and Planning System).

The results are very interesting and constitute a system of decision support for an effective and integrated management of water resources in Skikda.

The WEAP model offers interesting prospects for the simulation of supply and demand for water.

Keywords : hydrological modeling, Water Management, Simulation, WEAP Model, Water Resources, Water demand, Department of Skikda.

ملخص:

تعد عملية تسيير الموارد المائية مجالاً شديداً التعقيد في السيطرة وذلك عائد لعدة أسباب منها:

تضاعف وتركيز الاستخدامات التي تعد في وضعية ترابط، تنوع التنظيم الاجتماعي الاقتصادي للمستخدمين... يدفعنا هذا التعقيد إلى طرح تساؤل بشأن ملائمة وإمكانية تحقق تسيير مدمج للموارد المائية ضمن نظام مائي معقد في ولاية مثل سكيكدة.

يشكل هذا العمل مظهراً مزدوجاً. وبناءً عليه فقد وجدت الحالة الراهنة للموارد المائية للولاية المجابهة لطلب الماء الصادر عن مختلف المستخدمين، مقدمة في المرتبة الأولى، في حين وضع التطور عبر الزمن للموارد واحتياجات الماء بغرض الاحتواء المسبق للضغوطات المستقبلية في المرتبة الثانية. ولأجل ذلك تم تبني تشكيل قولية هيدروليكية واصطناع ديناميكي لتغيرات البنيات وقياسات أنظمة الثوابت الهيدروليكية عن طريق نموذج WEAP (تقييم المياه ونظام التخطيط).

كانت النتائج المتحصلة عليها مهمة جداً وقد شكلت بالفعل نظام مساعدة القرار من أجل تسيير أنجع ومدمج لموارد المياه في ولاية سكيكدة.

النموذج WEAP يفتح أفقاً مهمة لتمثيل العرض والطلب على الماء.

الكلمات المفتاحية: القولية الهيدروليكية، تسيير المياه، الاصطناع، النموذج WEAP، الموارد المائية، طلب المياه، ولاية سكيكدة.

Résumé :

La gestion des ressources en eau est un domaine complexe à maîtriser pour plusieurs raisons : multiplication et concentration des usages en situation d'interdépendance, diversité de l'organisation socio-économique des usagers... Cette complexité nous interroge sur la pertinence et la faisabilité d'une gestion intégrée des ressources en eau dans un hydro-système complexe tel que la wilaya de Skikda.

Ce travail présente un aspect double. C'est ainsi que l'état actuel des ressources en eau de la Wilaya confrontées à la demande en eau émanant des différents utilisateurs est présenté dans un premier lieu. Une évolution dans le temps des ressources et des besoins en eau afin d'anticiper les contraintes futures, est présentée en second lieu. Pour ceci, la modélisation hydrologique et la simulation dynamique des changements de structure et de paramètres des systèmes hydrauliques sont adoptés par le biais du modèle WEAP (Water Evaluation and Planning System).

Les résultats obtenus sont très intéressants et forment un système d'aide à la décision pour une gestion efficace et intégrée de la ressource en eau dans la wilaya de Skikda.

Le modèle WEAP offre des perspectives intéressantes pour la simulation de l'offre et la demande en eau.

Mots clés : Modélisation hydrologique, Gestion de l'eau, Simulations, Modèle WEAP, Ressources en eau, Demande en eau, Wilaya de Skikda.

Liste des figures

Fig. I.01 : Carte de Situation et découpage administratif de la wilaya de Skikda	07
Fig. I.02 : Carte des pentes de la wilaya de Skikda	10
Fig. I.03 : Carte géologique de la wilaya de Skikda	13
Fig. I.04 : Carte hydrogéologique de la wilaya de Skikda	15
Fig. I.05 : Situation de zone d'étude dans Climagramme d'Emberger	16
Fig. I.06 : Précipitations moyennes mensuelles	17
Fig. I.07 : Température moyennes mensuelles	18
Fig. I.08 : Diagramme Ombro-thermique	19
Fig. I.09 : Le nombre moyen de jours mensuels de grêle	21
Fig. I.10 : Le nombre moyen de jours mensuels de sirocco	22
Fig. I.11 : Le nombre moyen de jours mensuels de brouillard	23
Fig. I.12 : Évapotranspiration potentielle (ETP) et Évapotranspiration réelle ETR	27
Fig. I.13 : L'évolution de la population wilaya de Skikda	28
Fig. II.01 : Carte du réseau hydrographique et barrages de la zone d'étude	32
Fig. II.02 : Carte des sous bassins versant de la région de Skikda	36
Fig. II.03 : Apport annuel moyen des oueds de la région de Skikda	38
Fig. II.04 : Carte de capacité des barrages, AEP et volume régularisable dans la wilaya de Skikda.....	39
Fig. II.05 : La capacité des barrages et le volume distribué pour l'AEP (Mm ³ /an)	40
Fig. II.06 : Les volumes mobilisés en Mm ³ des différentes nappes de la zone d'étude ...	42
Fig. II.07 : Répartition par Daïras des ressources souterraines (Mm ³ /an)	44
Fig. II.08 : Schéma récapitulatif du potentiel hydrique dans la wilaya de Skikda	47
Fig. III.01 : Tutorial de logiciel WEAP 2008	49
Fig. III.02 : License WEAP acquise à partir du SEI (Stockholm Environnement Institute)	52
Fig. III.03 : Carte du monde dans le logiciel WEAP	53
Fig. III.04 : Carte de la wilaya de Skikda par Daïra sous WEAP	54
Fig. III.05 : Schéma hydraulique de la wilaya de Skikda	55
Fig. III.06 : Niveau d'activité annuelle des sites des demandes domestiques	56
Fig. III.07 : Consommation annuelle des sites des demandes domestiques	57

Fig. III.08 : Le taux de consommation du débit d'entrée consommé	57
Fig. III.09 : Prélèvement Maximum annuel des eaux souterraines	58
Fig. III.10 : Prélèvement Maximum annuel des Barrages	58
Fig. III.11 : Les hypothèses clés dans la WEAP	59
Fig. III.12 : L'horizon de calcule pour le scénario	60
Fig. III.13 : Scénario de base	60
Fig. III.14 : Organisation des scénarios dans WEAP pour le modèle AEP	62
Fig. III.15 : Organigramme du fonctionnement du logiciel WEAP	63
Fig. IV.1. Evolution de la demande en eau pour le Scénario référence	66
Fig. IV.2. Evolution de la demande en eau pour le Scénario 1	67
Fig. IV.3. Evolution de la demande en eau pour le scénario 2	67
Fig. IV.4. Evolution de la demande en eau pour le scénario 3	68
Fig. IV.5. Evolution de la demande en eau pour le scénario 4	68
Fig. IV.6. Comparaison entre référence et Scénario 1	69
Fig. IV.7. Comparaison entre référence et Scénario 2	70
Fig. IV.8. Comparaison entre référence et Scénario 3	70
Fig. IV.9. Comparaison entre référence et Scénario 4	71
Fig. IV.10. Demande non satisfaite	72
Fig. IV.11. Représentation des résultats par le WEAP dans le cas de wilaya de Skikda .	73
Fig. IV.12. Evolution de la demande en fonction des scénarios	74
Fig. IV.13. Disposition des scénarios retenus et données de base du modèle WEAP dans la wilaya Skikda	76

Liste des tableaux

Tab.I.01 : Le maillage communal de la wilaya a connu	06
Tab.I.02 : Le tableau indiquant les Daïra et ses communes affiliées	06
Tab.I.03 : Pluviométrie moyenne mensuelle	17
Tab.I.04 : Température moyennes mensuelle	18
Tab.I.05 : Directions du vent aux différentes heures de la journée	20
Tab.I.06 : Le nombre moyen de jours de grêle est représenté	21
Tab.I.07 : Moyennes mensuelles d'observation de gelée	21
Tab.I.08 : Moyennes mensuelles d'observation de sirocco	22
Tab.I.09 : Moyennes mensuelles d'observation de brouillard	23
Tab.I.10 : Calcul de l'ETP par la formule de TURC	25
Tab.I.11 : Bilan simplifié selon THORNTHWAITE.....	26
Tab.I.12 : L'évolution de la population wilaya de Skikda	28
Tab.II.01 : Les trois grands oueds de la région et leurs principaux affluents	33
Tab.II.02 : Les différentes retenues collinaires dans la wilaya de Skikda et leurs capacités	33
Tab.II.03 : Apports annuels moyens des Oueds dans la wilaya de Skikda	37
Tab.II.04 : Différents barrages de la région de Skikda et leurs apports annuels moyens	38
Tab.II.05 : Volume d'eau mobilisé et celui prélevé des principales nappes souterraines de la région de Skikda	42
Tab.II.06 : Les différentes sources dans le terrain d'étude et leurs débits respectifs	43
Tab.II.07 : Répartition par Daïras des ressources souterraines (Mm ³ /an) dans la wilaya de Skikda	44
Tab.II.08 : Situation de l'approvisionnement en eau potable (souterraine)	46
Tab.II.09 : Récapitulatif des capacités hydriques en eau souterraine et superficielle dans la wilaya de Skikda	46
Tab.IV.1 : Volumes mobilisés/an	74

Liste des abréviations

- AEP** : Alimentation en Eau Potable
- ADE** : Algérienne Des Eaux
- AN** : Annuelle
- ANRH** : Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques
- DRE** : Direction des Ressources en Eau
- ETP** : Evapotranspiration Potentielle
- ETR** : Evapotranspiration Réelle
- Ev** : Evaporation
- GIRE** : Gestion Intégrée des Ressources en Eau
- Hr** : Humidité relative
- m. a** : moyenne annuelle
- N** : Nombre des années
- OMS** : Organisation Mondiale De La Sante
- RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
- SDEM** : Station de Dessalement Des Eaux de Mer
- STEP** : Station D'épuration des Eaux Polluées
- TA** : Taux d'Accroissement
- WEAP** : Water Evaluation And Planning

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Sommaire	
Introduction générale	01
Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude	
Introduction	05
I. Situation de la wilaya de Skikda	05
I.1. Situation géographique	05
I.2. Situation administratives	05
I.3. superficies	05
I.4. aspects administratifs	06
II. Relief et Aspect Pédologique	08
II.1. Relief	08
II.2. Pente	09
II.3. Géologique	11
II.3.1. Précambrien	11
II.3.2. Paléozoïque	11
II.3.3. Jurassique	11
II.3.4. Tertiaire	12
II.3.5. Quaternaire	12
II.4. Hydrogéologique	14
III. Contexte climatique	16
III.1. Précipitations	17
III.2. Température	18
III.3. Vent	20
III.4. La grêle	20
III.5. La gelée blanche	21

III.6. Le sirocco	22
III.7. Le brouillard	23
III.8. Evapotranspiration (ET)	23
III.9. Bilan hydrologique	25
III.9. 1. Estimation du bilan hydrologique selon la méthode de THORNTHWAIT	25
III.9. 2. Interprétation du bilan évaporométrique	26
III.9. 3. Calcul du bilan hydrologique	26
III.9. 3. 1. Calcul de l'ETR (Formule de Turc)	27
III.9. 3. 2. Calcul de l'ETR (Formule de Thornthwait)	27
IV. Population	28
IV.1. L'évolution de la population	28
Conclusion	29

Chapitre 2 : Données Nécessaires

I. Aperçu sur l'hydrologie	31
I.1. Les oueds	31
I.2. Les barrages	33
I.3. Les retenues collinaires	33
I.4. Les bassins versant de la région d'étude	34
II. Les Ressources en eau de la Wilaya	37
II.1. Les eaux superficielles	37
II.1.1. Les oueds	37
II.1.2. Les barrages	38
II.1.3. Les retenues collinaires	40
II.1.4. Le dessalement de l'eau de mer	40
II.2. Les eaux superficielles souterrain	41
II.2.1. Forages	41
II.2.2. Puits	43
II.2.3. Sources	43
III. Situation actuelle de l'AEP dans la wilaya de Skikda	45
III.1. Les potentialités Hydrologiques de la Wilaya de Skikda	46
Conclusion	47

Chapitre 3 : Matériel et Méthode

Introduction	49
I. Description du Logiciel	49
I.1. Présentation du logiciel WEAP	49
I.2. Acquisition du logiciel WEAP	51
I.3. Application du modèle WEAP dans Wilaya de Skikda	53
I.3.1. Cartographie	53
I.3.2. Réglage des paramètres généraux	53
I.3.3. Fonctionnement du logiciel	54
II. Analyse et traitement des données nécessaires	56
II.1. Sites des demandes	56
II.2. Sites de l'offre	58
II.3. Règles de liaison	58
II.4. Création des hypothèses clés	58
II.4.1. Changement d'horizon de temps du secteur	60
II.4.2. Création des scénarios	60
II.4.3. Exécuter le Scénario « Référence »	61
Conclusion	64

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Introduction	66
I. Résultats	66
I.1. Evolution de la demande en eau	66
I.1.1. Scénario 1	67
I.1.2. Scénario 2	67
I.1.3. Scénario 3	68
I.1.4. Scénario 4	68
I.2. Comparaison entre les scénarios	69
I.2.1. Entre le scenario 1 et référence	69
I.2.2. Entre le scenario 2 et référence	69
I.2.3. Entre le scenario 3 et référence	70
I.2.4. Entre le scenario 4 et référence	71
I.3. Demande non satisfaite	72

II. Discussion des résultats	74
II.1. Evolution de la demande en fonction des scénarios	74
II.2. Analyse globale	75
III. les principales recommandations de gestion des ressources en eau dans la wilaya de Skikda	77
Conclusion	78
Conclusion générale	80

Références bibliographiques

Résumé

Annexe



Introduction Générale.

INTRODUCTION GENERALE

La gestion des ressources en eaux vise à la fois la satisfaction des besoins en eau de la population et des différents secteurs économiques que le contrôle et la protection des ressources en eau de surface et souterraines.

La raison qui sous-tend ce choix est que cette Wilaya pour déterminer les modalités optimales de mobilisation et d'affectation des ressources hydrauliques en vue de satisfaire les besoins de la population en eau potable et des secteurs économiques tout en tenant compte des économies imposées par les limitations de cette ressource et l'exigence de sa préservation.

La méthodologie adoptée dans ce travail est basée sur la modélisation et la simulation dynamique des changements de structure et de paramètres des systèmes qui rentre en compte du système hydraulique. Il existe plusieurs logiciels spécialisés dans la gestion des ressources en eaux Pour notre étude nous avons opté pour le logiciel WEAP.

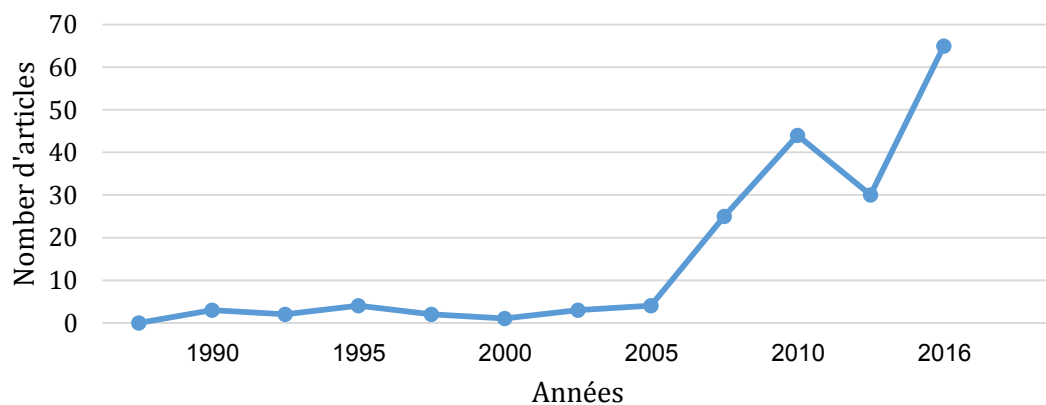
Le modèle WEAP (Water Evaluation and Planing System) est un outil convivial qui adopte une approche intégrée dans la planification des ressources en eau, il fournit une structure compréhensive, flexible et d'utilisation facile pour les analyses des politiques.

Ce logiciel nous permet de donner toutes les analyses graphiques qui seront prises en considération en vue d'obtenir une bonne gestion des ressources en eau.

Dans le Synthèse bibliographique :

Bon nombre de chercheurs ont utilisé WEAP dans différents contextes (hydrologique, changement climatique, irrigation, hydro électrique, sociologique,...etc.).

Plus de quatre cent (400) publications scientifiques ont été publiées entre 1991 et 2016. Elles sont analysées dans les figures suivantes :



Le tableau ci-dessous montre quelques exemples des travaux de recherche faites en Algérie à l'aide du model WEAP dans divers écoles et universités Algérienne :

❖ **BELGHAOUTI.** (2014) a présenté la planification des ressources en eau dans la ville de Relizane, le démarche est utilisé comme méthode d'approche le modèle WEAP (water Evaluation And Planning) sur la ville qui permet d'analyser la balance offre- demande en eau, et évaluer l'impact de différentes options de gestion de la ressource en eau.

❖ **BOUKLIA et al.** (2014)_a présenté les prospectives de la gestion intégrée des ressources en eau avec l'utilisation de modèle WEAP pour étudier la gestion des ressources en eau dans la Wilaya d'Oran. Dans le cadre d'assembler l'évolution de la demande en eau des différents sites et des processus hydrologiques dans les bassins hydrographiques et la détermination en grand partie le volume des ressource en eau mobilisable. (L'analyse des scénarios de développement alternatif des ressources en eau à l'horizon de 2011-2030).

❖ **HAMLAT et al.** (2012) : a étudié la Simulation des scénarios de gestion des ressources en eau dans les bassins versants de l'ouest de l'Algérie en utilisant le modèle WEAP, L'objectif principal de cette étude est l'application de ce modèle pour évaluer et analyser l'équilibre existant et les scénarios attendus de gestion des ressources en eau envisagés en tenant compte des différentes politiques opérationnelles et des facteurs pouvant affecter la demande jusqu'en 2030.

❖ **MEHDIS** (2011) : a travaillé sur Planification et gestion des ressources en eau dans la ville de Tlemcen, l'objectif est de Rechercher des solutions pour satisfaire les besoins en eau dans le groupement urbain de la wilaya de Tlemcen ; pour ceci le model WEAP a été choisi comme méthode d'approche pour la planification intégrée des ressources en eau. Parmi les solutions proposées :

Des économies d'eau notamment par la réduction des pertes et de la consommation de l'eau, une augmentation des ressources en eau (épuration des eaux usées) et une bonne exploitation des eaux souterraines.

❖ **AICHOURLI** (2016) : a présenté la modélisation de l'intrusion marine dans l'aquifère côtier d'Annaba. Apport des analyses salinométriques. Dans cette recherche, le système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP), a été développé pour simuler les bilans hydriques actuels et évaluer les stratégies de gestion des eaux dans la région d'Annaba.

Méthodologie de la recherche :

La recherche à travers plusieurs étapes, en commençant par :

La phase théorique, qui a pris beaucoup de temps pour voir les documents et études relatifs à la zone d'étude wilaya de SKIKDA, Où nous avons souffert d'un manque de références à la suite de sujet récent. L'utilisation d'Internet a un rôle très important dans l'approfondissement de la connaissance et l'accès à certains articles et études étrangères et contacter certains experts à demander de l'aide dans ce domaine, car cette source est importante pour un rôle majeur dans la fourniture des programmes d'études de travail nécessaires, et la formation de leur utilisation, et comment les travailler, et de fournir des données très importantes pour la zone d'étude.

Puis vient **Collecte des données**, Nous avons contacté des divers services :

- L'ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
- Direction d'Hydraulique de la Wilaya de SKIKDA (D.H.W).

En suite **Analyse des données** où dans cette étape l'installation d'un logiciel pour entrer les données collectées.

Ce mémoire est organisé en quatre chapitres : Le premier présente la zone d'étude, donnant sa situation géographique et son étude climatique, Le deuxième contiendra étude hydrologique et les potentialités en ressources en eau de la wilaya de Skikda. Le troisième exposera l'application du modèle WEAP, Le quatrième présente l'analyse des résultats.

Problématique

Les problèmes liés à l'eau sont aptes à devenir plus complexes dans le futur, en raison de la poussée démographique, les besoins qu'ils lui sont associés et surtout le caractère instable et variable des régimes pluviométriques liés aux changements climatiques. Pour cela, la gestion de l'eau s'impose et aura pour rôle de trouver le bon équilibre entre la ressource et les usages.

Par ce travail nous allons essayer d'analyser et répondre ces questions

- ✓ Quelles sont les problèmes de l'eau qui se posent actuellement dans la wilaya de Skikda ?
- ✓ Les problèmes sont-ils liés à la réalisation ou la gestion ?
- ✓ Est-ce que les ressources en eau arrivent à couvrir les besoins en eau dans le futur ?

Chapitre: I

***Présentation de la zone
d'étude.***

Introduction :

Dans notre première partie, nous commencerons par évoquer le cadre naturel de la Wilaya. Ceci amènera à définir l'aire d'étude, la situation déterminer les données physiques naturelles et les conditions du climat de la zone d'étude.

Présentation de la zone d'étude

I. Situation de la wilaya de Skikda

I.1 Situation géographique

La zone d'étude Skikda est comprise entre 6.24181° et 7.56097° de longitude Est et 36.387125° et 37.088521° de latitude Nord.

I.2 Situation administrative

La wilaya de Skikda fait face, au nord à la mer Méditerranée, Elle constitue un carrefour ; au nord la mer Méditerranée, à l'Ouest elle est limitée par les wilayas de Jijel et Mila, au sud par les wilayas de Constantine et Guelma et à l'Est par la wilaya de Annaba. Elle dispose de 130 km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest.

Cette position géographique combinée à l'importance de ses infrastructures techniques (Routes nationales ports et voies ferrées...) lui permettent de jouer un rôle de premier plan dans les échanges et les flux économiques.

De l'Antique Russicada à Philippeville, aujourd'hui Skikda, plusieurs civilisations se sont succédées. Elles furent Phénicienne, Romaine, Numidienne, Turque puis Musulmane. De nombreux vestiges dont une partie est dans le musée de la ville, l'autre, encore dissimulée à travers les plaines et les montagnes, témoigne du passé prestigieux de la région

I.3 superficies

Superficie de la wilaya est de 4.118 km² représentant 0,17% de la superficie totale du pays.

I.4 aspects administratifs

Le maillage communal de la wilaya a connu, depuis le sénatus consulte de 1863 quatre (04) étapes distinctes :

Tableau n°01 : Le maillage communal de la wilaya a connu.

Étape	Période	Nombre de communes
Colonisation	1949	12
Guerre de libération	1957	53
Indépendance	1963	19
Développement	1967 - 1984	22
Actuelle	1984 - 2016	38

Elle composée de 38 communes réparties en 12 Daïras de la manière suivante :

Tableau n°02 : Le tableau indiquant les Daïra et ses communes affiliées.

Daïra	Consistance
01- SKIKDA	SKIKDA, HAMADI KROUMA, FIL FILA
02- EL HADAIK	EL HADAIK, BOUCHETATA, AIN ZOUIT
03- RAMDANE DJAMEL	RAMDANE DJAMEL, BENI BECHIR
04- EL HARROUCH	EL HARROUCH, SALAH BOUCHAOUR, MEZEDJ ED-CHICH, ZARDEZA, OULED H'BEBA
05-SIDI MEZGHICHE	SIDI MEZGHICHE, AIN BOUZIANE, BENI OUELBANE
06-AZZABA	AZZABA, ES SEBT, LAGHDIR, DJENDEL, AIN CHARCHAR
07-BEN AZZOUZ	BEN AZZOUZ, EL MARSА, BEKKOUCHE LAKHDAR
08-TAMALOUS	TAMALOUS, KERKERA, BIN EL OUIDENE
09-COLLO	COLLO, BENI ZID, CHERAIA
10-ZITOUNA	ZITOUNA, KENOUEA
11-AIN KECHRA	AIN KECHRA, OULDJA BOULBALOUT
12-OULED ATTIA	OULED ATTIA, KHENAK MAYOUNE, OUED Z' HOUR
13-OUM TOUB	OUM TOUB

Monographie wilaya de Skikda 2016

II. Relief et Aspect Pédologique

II.1 Relief

Le relief est très accidenté sur la frange littorale est, dans les massifs de Collo, Azzaba et la Marsa. Dans ce relief on distingue trois types de zones topographiques, les zones de montagnes, les zones de plaines et les zones de piémonts.

II.1.1 Zones des Montagnes

Les zones de montagnes qui se subdivisent en plusieurs parties sont constituées par les Massifs. Les djebels les plus importants sont :

Au Sud	- Djebel Sidi Driss 1.364 m d'altitude - Djebel Hadjar chouat 1.220 m d'altitude
A la limite des vallées du Guebli et Saf-Saf	- Djebel Staiha 572 m d'altitude - Djebel Abdelhadj 564 m d'altitude
A la limite du Saf-Saf et d'El -Kebir	- Djebel Fil-Fila 586 m d'altitude
Au Nord	- Cap Bougarouni et Cap de Fer

II.1.2 Zones Des Plaines

- **La Plaine de la vallée du Saf-Saf** : s'étend d'El-Harrouch à Skikda et épouse les contours du Saf-Saf

- **La Plaine de la Vallée de Oued El-Guebli** : débute à Oum-Toub, s'évase au niveau de Tamalous, s'effile jusqu'à Collo ou elle s'évase de nouveau.

- **La Plaine de la Vallée de l'oued El-Kebir.**

- **La Plaine d'Azzaba** : rosée par l'oued El-Kebir, elle s'étend d'es-sebt à Azzaba jusqu'à Djendel où elle présente un étranglement débouchant à Ain Charchar et Bekkouche Lakhdar.

II.1.3 Les Piémonts

Ils se localisent en particulier dans les régions d'El-Harouch et Azzaba.

- La seconde partie de la plaine est considérée comme la zone de jonction entre la plaine et la dépression qui débute au lac Tanga près d'El-Kebir.

II.2 Pente

Le gradient topographique de facteurs importants qui contrôlent les ressources et le potentiel du centre et la cinétique du champ, ainsi la stabilité des activités humaines. Différentes pentes dans la wilaya par région et par l'altitude. [BOULGHOBRA, 2017]

Selon J.TRICART, l'intensité de l'écoulement est fonction de la pente comme suit :

- La catégorie des pentes faibles : pente inférieure à 10 %.
- La catégorie des pentes fortes : pente égale à 10 %.
- La catégorie des pentes très fortes : pente supérieur à 20 %.

On a pu faire ressortir quatre classes de pente (**Figure I.2**).

a) Les pentes faibles (moins de 3 %)

Coïncident avec une surface réduite et limitée à la vallée du Saf-Saf et la plaine de Skikda. C'est une zone de réception et de cumul hydrologique fortement exposée au risque d'inondation.

Les pentes moyennes (3 – 10 %)

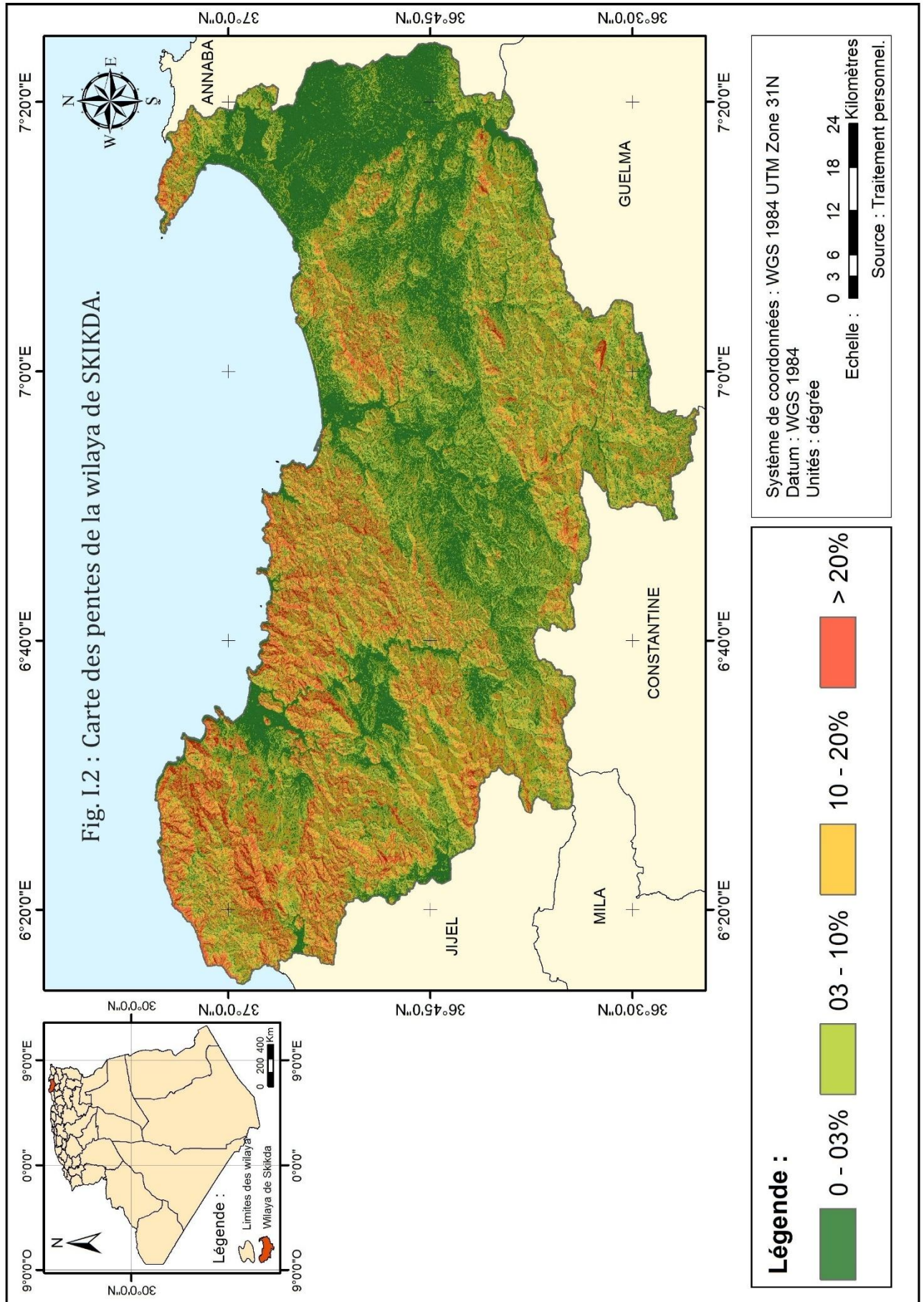
Fréquentes et couvrent la moitié du bassin, elles se localisent surtout à la partie méridionale et à l'Ouest du bassin : dépressions de : Sidi Mèzghiche, Ramdane Djamel et El Harrouch.

b) Les pentes fortes (10 – 20 %)

Occupent la partie sud du bassin et présentent en général un relief accidenté ou aux piedmonts : piedmont du Djebel El Rhédir, Kef Msouna et Sébargoud.

c) Les pentes très fortes (plus de 20 %)

Correspondent aux montagnes plus ou moins enlevées. Se situent à l'Est et à l'Ouest dans les Gneiss et les schistes du socle kabyle ainsi qu'au sud du bassin : les Toumièttes, Nord et Sud, le Kef Hahouner, le Djebel Sesnou et le Djebel Hadjar.



II.3 Géologique

Les dépôts connus dans le territoire de la wilaya de Skikda s'étalent depuis le précambrien (socle ancien) jusqu'au Quaternaire [ORGGM, 1999]. (Figure I.3).

3.1. Précambrien

Les dépôts du Précambrien sont les plus anciens et affleurent dans les limites des pointements du socle. Ils comportent des gneiss, des schistes et des calcaires marmorisés [ORGGM, 1999].

3.2. Paléozoïque

Les dépôts du Paléozoïque inférieur sont composés de deux parties :

- Une assise inférieure formée de schistes argileux avec des lentilles de quartzites et calcaires ; sa puissance totale est de 250 à 300 m. A cette assise peuvent être rapportés les dépôts marno-schisteux (épais de 100 m) dans la région de Collo.
- Une assise supérieure puissante de 800 m au maximum, composée exclusivement de schistes.

3.3. Jurassique

Les massifs jurassiques affleurent dans les limites du massif montagneux de Filfila, ils débutent par des dolomies et des brèches dolomitiques épaisses de 80 m, puis viennent les calcaires épais de 160 m, surmontés par des dépôts marno-calcaires d'une puissance de 300 m. Localement s'observe un passage progressif du Jurassique au Crétacé [ORGGM, 1999].

3.3.1. Crétacé inférieur

Il débute par des calcaires, marnes, schiste argileux d'une épaisseur de 200m, surmontés par une assise gréseuse alternant avec des schistes argileux avec des interlits de phtanites et des roches siliceuses. La puissance de l'assise est de 180 à 200 m.

3.3.2. Crétacé supérieur

Il forme une assise carbonatée terrigène où s'observe d'Ouest à l'Est une substitution du faciès de roches carbonatées par un faciès de roches terrigènes. Sa puissance est de 550 m dans la région de Collo.

3.4. Tertiaire

Les dépôts du Tertiaire ont une assez grande extension sur ce territoire, ils forment des zones de dépression étroites en Kabylie et encadrent les massifs de l'Edough et de Filfila.

3.4.1. Eocène

Dans leur partie inférieure, les dépôts de l'Eocène, sont composés de calcaires, conglomérats, brèches, épais de 150 m. Dans la partie supérieure, ils sont formés de grés, conglomérats, brèches avec des lentilles de schistes argileux épais de 120 m.

3.4.2. Oligocène

Les dépôts sont représentés par des grés quartzeux, schistes argileux avec des interlits de phanites, leur puissance varie de 400 à 800 m. L'assise «Numidienne» est composée à sa base de schistes argileux avec des intercalations de grés quartzeux d'une puissance de 280 à 600 m, surmontés par des grés quartzeux uniquement de 300 à 500 m d'épaisseur.

3.4.3. Miocène

Les dépôts du Miocène reposent en discordance sur des roches des plus anciennes. Le Burdigalien se compose de trois termes distincts, où l'on relève (de bas en haut) :

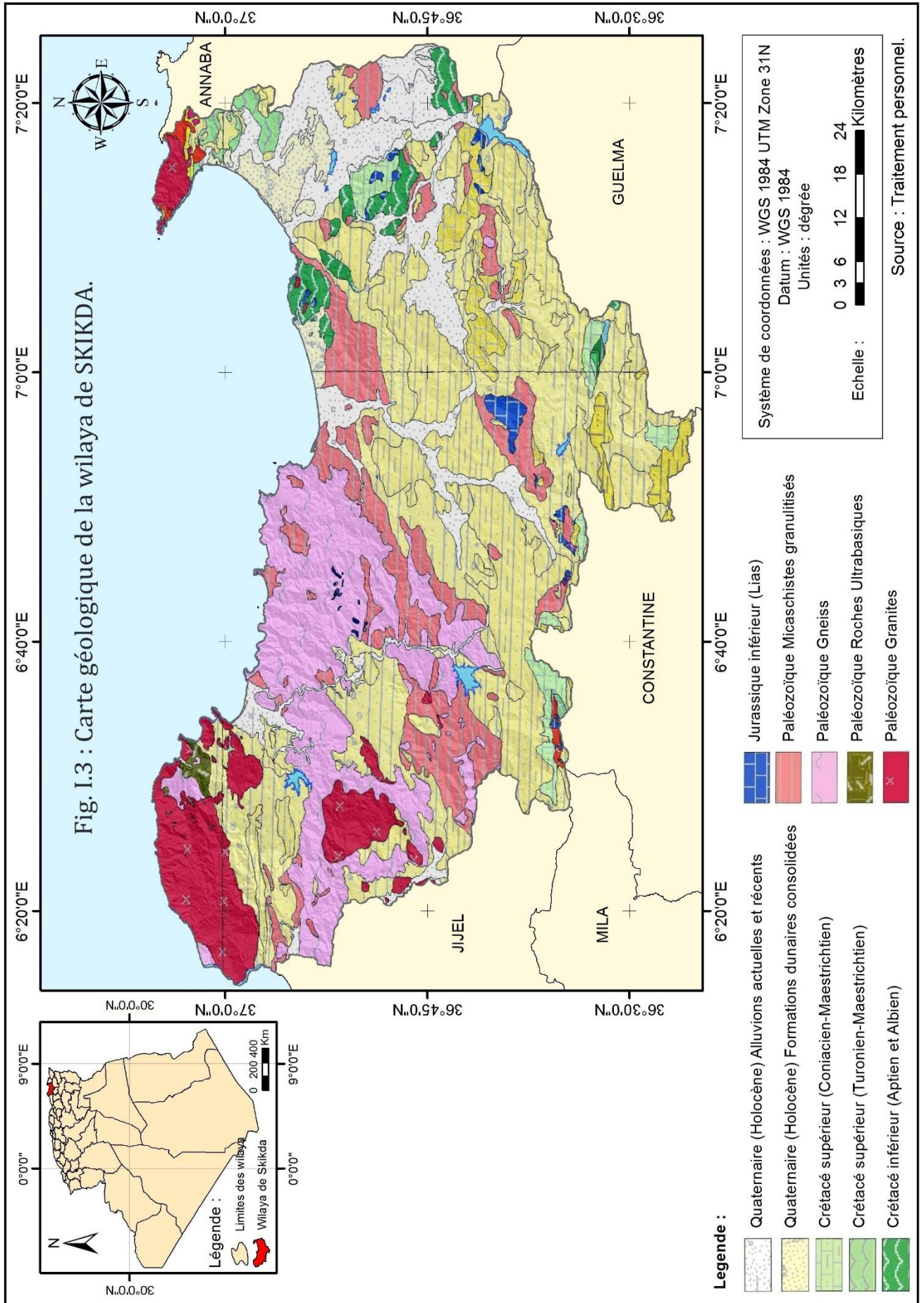
- Une alternance de grés avec des conglomérats,
- Des roches effusives semi-acides,

3.4.4. Pliocène

Les formations se présentent en petites cuvettes superposées. Elles sont représentées par des marnes alternant avec des schistes argileux et des grés. Leur épaisseur ne dépasse pas 40 à 60m.

3.5. Quaternaire

On y distingue des formations sablo-argileuses de terrasses littorales du Quaternaire ancien et récent ainsi que des sables éoliens et des sédiments argilo-boueux de dépressions lacustres, des sables contemporains de plage, de mer, des alluvions composés de blocs, galets, sables et limons, éboulis de pente et dépôts torrentiels des épandages en éventail de piémont. La puissance des dépôts quaternaires ne dépasse pas 30 à 50 m. [ORGM ,1999].



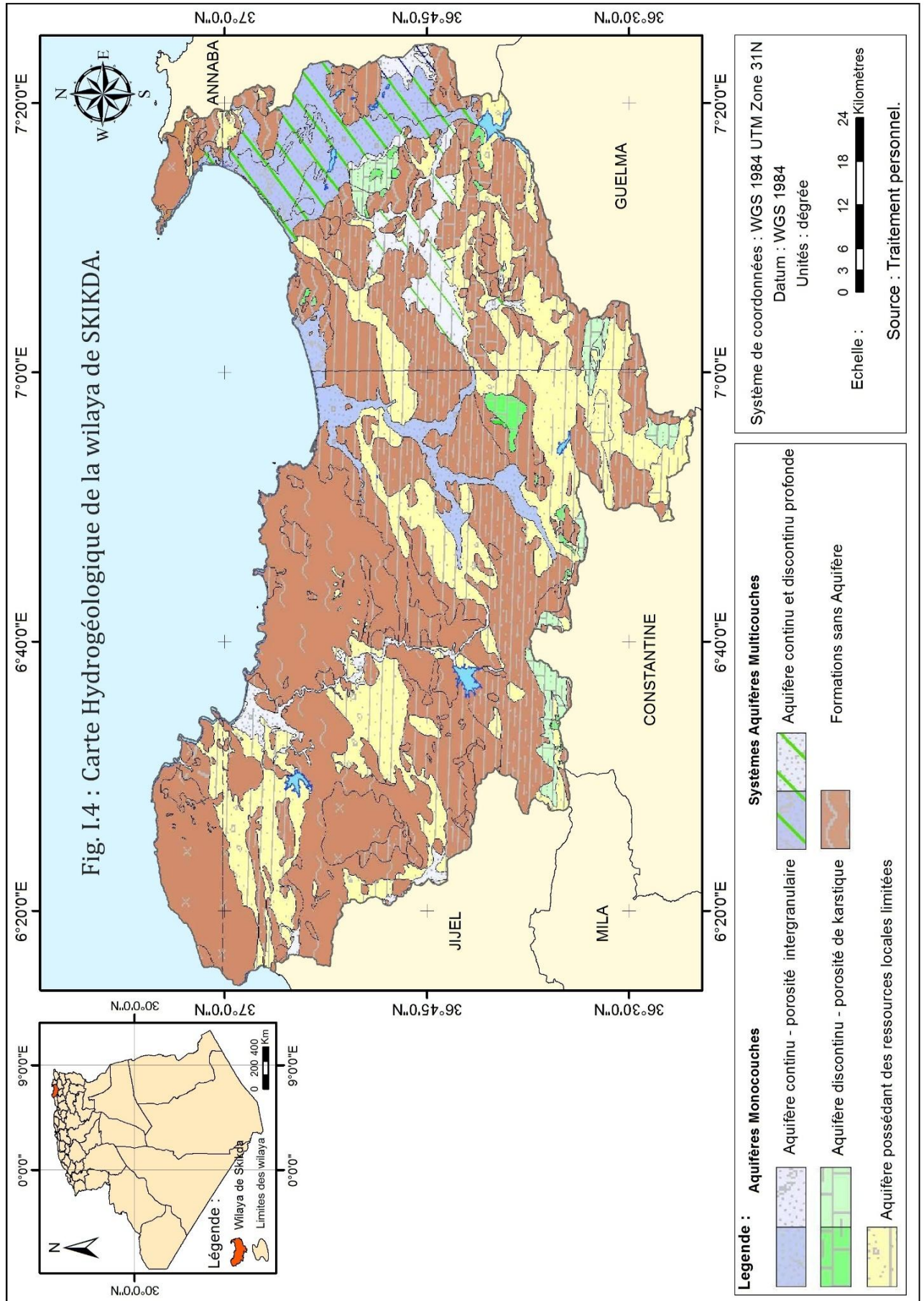
II.4 Hydrogéologique

L'étude géologique est fondamentale, Pour la détermination des caractéristiques hydrogéologiques des aquifères, elle peut nous fournir des informations utiles sur l'aquifère telles que sa lithologie, sa structure, son épaisseur et sa localisation.

Un réservoir est identifié par la présence de formations poreuses et fissurées qui sont des ensembles géologiques susceptibles d'emmagasiner de l'eau, dans notre secteur d'étude les épaisseurs des différents ensembles réservoirs ont été déterminées par l'étude géophysique:

- Les sédiments du quaternaire représentés par des alluvions, déposés au niveau des oueds Safsaf, Kebir Ouest Zeramna, Guebli. Ces formations constituées des réservoirs très importants (13% de la totalité des formations dans le secteur d'étude). (**Figure I.4**).
- Les sédiments du Tertiaire qui sont formés par des grés, poudingues constituant des réservoirs moins importants.
- Des formations carbonatées du Jurassique (Djebel Filfila) qui donnent un aquifère profond et très important, d'une épaisseur d'environ 250 m et une perméabilité très importante, reconnu grâce à une étude géophysique par C. Lemoy et C. Perrin (1969).

Les formations du socle kabyle, constituées de roches métamorphiques et sédimentaires, sont les plus rependues dans la zone d'étude, avec des formations imperméables favorisant ainsi le ruissellement des eaux, Les roches éruptives, nappes telliennes ainsi que les grés numidien sont les formations les moins rependues avec des proportions de 11,8% respectivement. Globalement, le secteur d'étude se comporte de près de 21% de formations perméables (formations du Quaternaire et grés numidien) et de 80% de formations imperméables (roches métamorphiques du socle Kabyle, argiles et marnes de la série des flyschs).



III. Contexte Climatique

L'Algérie se subdivise du Nord au Sud, en cinq zones bioclimatiques en relation avec le relief et les précipitations [COTE, 1998]. La wilaya de Skikda appartient au domaine bioclimatique humide à subhumide (**Figure I.5**). L'étage humide couvre toute la zone occidentale montagneuse, ainsi que les sommets à l'Est et au Sud avec une variante douce ou tempérée au littoral et froide à l'intérieur. L'étage subhumide couvre le reste de la wilaya, notamment les plaines. La variante chaude ou douce se localise sur le littoral et la variante tempérée ou froide à l'intérieur [DPAT, 2013].

La wilaya de Skikda est sous l'influence du climat marin, les précipitations accusent un retard des maxima au cours de l'année. Cette influence se marque moins en hiver qu'en été, puisque le minima des précipitations n'accuse pas de retard au mois de janvier, ce qui explique facilement l'opposition thermique entre le versant Nord et le versant sud.

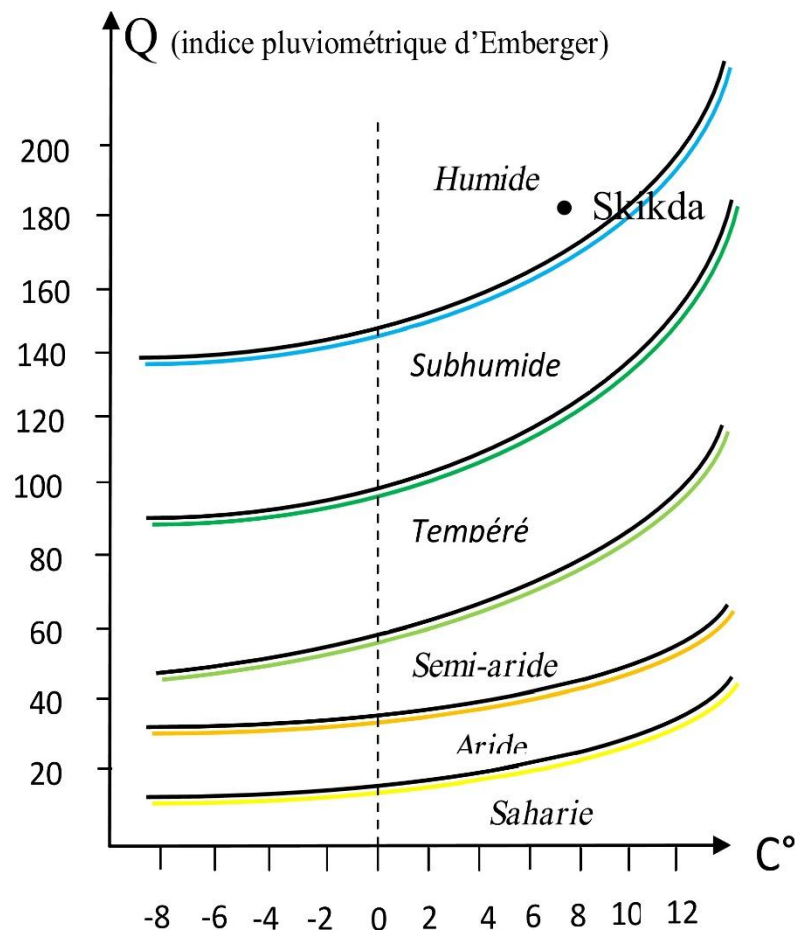


Figure I.5 Situation de zone d'étude dans Climagramme d'Emberger. [COTE, 1998].

Nous avons considéré l'étude climatique dans son ensemble et avons traité des éléments climatiques, à savoir : les précipitations, les températures de l'air, le vent et le gelée.

III.1 Précipitations

La pluie est un facteur climatique très important pour la caractérisation du climat, elle conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. La région d'étude est considérée parmi les régions les plus arrosées avec une moyenne interannuelle de l'ordre de 700mm. Elles sont relativement importantes, variables et irrégulières d'une année à une autre [Belhadj, 2007 ; Harrat, 2013].

La répartition mensuelle des précipitations est inégale, la majeure partie (70%) tombe pendant la période la plus froide de Novembre à Mars. Le mois le plus pluvieux est le mois de décembre, sa pluviométrie peut atteindre parfois les 116 mm (**Tableau N°03**)

La pluviométrie moyenne annuelle obtenue du bassin d'Oued El Hammam selon la dernière étude établie par l'ANRH est de l'ordre de 688 mm [ANRH, 2015].

Tableau n°03 : pluviométrie moyenne mensuelle.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Total
Pluie moy mensuelle (mm)	37	56.7	84.8	116.2	109.5	87.8	76.6	58.9	38.2	12.9	2.3	7.1	688

Source : ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

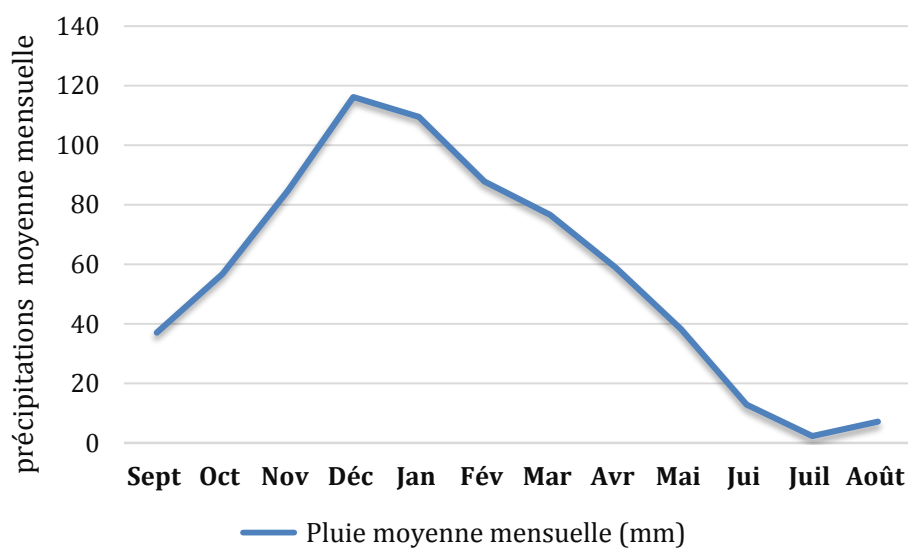


Figure I.6. Précipitations moyennes mensuelles

III.2 Température

La température est l'un des éléments climatiques autre que la pluviométrie, qui a un rôle très important, influençant le climat. L'étude de l'évolution de la température dans le temps a une grande importance à l'hydrologie et l'hydrochimie du fait qu'elle constitue le paramètre principal qui conditionne le phénomène d'évaporation. Par conséquent, la concentration (ou la dilution) a une grande influence sur le bilan hydrique et la chimie de l'eau.

L'analyse des données montre que la température moyenne saisonnière varie entre 10°C en hiver et 25.7°C en été (**Figure I. 7**). Le mois le plus froid est janvier dont la température moyenne est 11.64°C à 10,6°C, parfois la température tombe jusqu'à (-3°C). Le mois d'été le plus chaud est le mois d'août, avec une température moyenne de 23,9°C à 25,7°C, (**Tableau N°04**).

Tableau n°04 : Température moyennes mensuelle.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août
Température °C	23.27	20.22	15.70	12.60	11.64	12.07	13.57	15.52	18.80	22.17	25.13	25.7

Source : ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

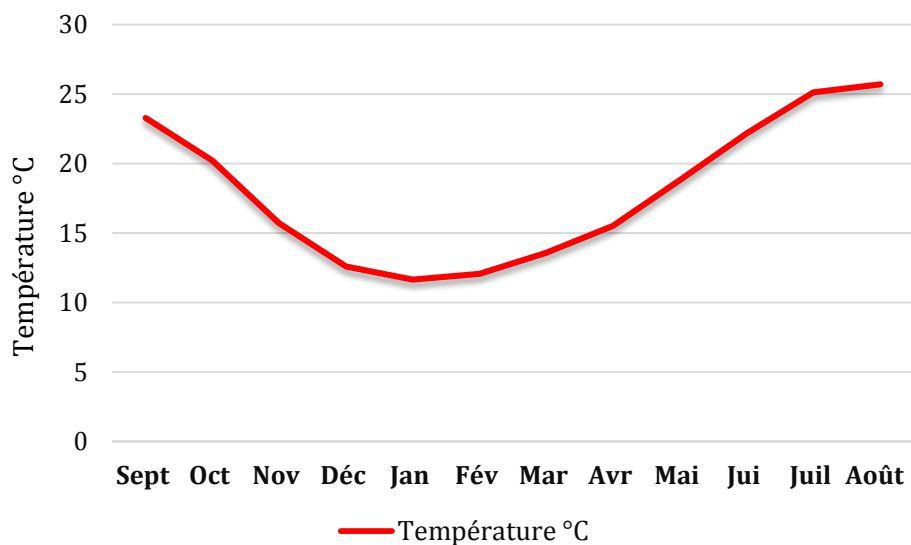


Figure I.7. Température moyennes mensuelles

Diagramme Ombro-thermique

Dans le but de bien préciser et de confirmer la durée des deux saisons humide et sèche, nous avons utilisé le diagramme ombro-thermique de Gaussen et Bagnouls (1953). Il permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il utilise les deux principaux paramètres climatiques la température et les précipitations, représentées en abscisse par les mois de l'année, en ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en °C. Avec une échelle de $P=2T$. [MEBARKI, 2009].

L'utilisation des données pluviométriques et thermiques de la zone d'étude permet de tracer la courbe Ombro-thermique (**Figure I. 08**) qui met en évidence la durée et l'intensité de deux périodes :

- L'une de sécheresse : s'étalant entre le mois de Mai et le mois de Septembre.
- L'autre humide : s'étalant du mois d'Octobre au mois de Mai.

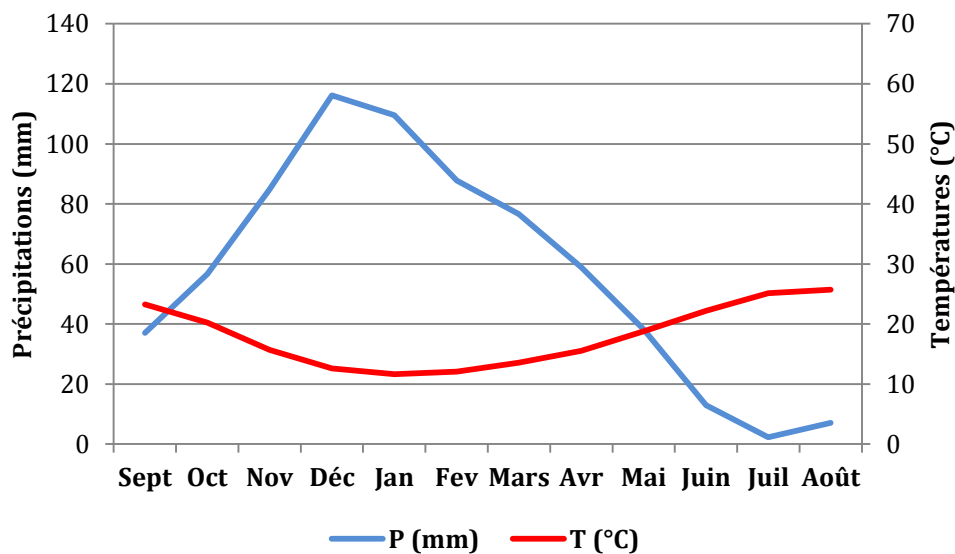


Figure I.8. Diagramme Ombro-thermique.

III.3 Vent

Le vent est un facteur important du climat, il influe principalement sur la température, l'humidité et l'évaporation. La direction, la fréquence et la vitesse des vents sont variables au cours de l'année.

D'après les données de la période d'observation, les vents dominants dans la région sont ceux du Nord et d'Ouest-Est avec une vitesse assez constante au cours de l'année, entre 1.9 et 2.5 m/s, avec un maximum en hiver de 27 m/s à 40 m/s et un minimum en été [VNOUKOV et KOVALEY, 2000].

La réitération moyenne (sur plusieurs années) des directions du vent aux différentes heures de la journée est reflétée au (**Tableau N°05**).

Tableau N°05 : Directions du vent aux différentes heures de la journée.

Désignation	Directions du vent							
	Nord	Nord/Est	Est	Sud/Est	Sud	Sud/Est	Ouest	Nord/Ouest
7 heures	8	8	1	8	28	30	7	15
13 heures	28	27	2	4	9	6	5	22
18 heures	14	13	2	28	15	5	3	22

Source : ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

III.4 La grêle

La grêle est un type de précipitation qui se forme dans des cumulonimbus particulièrement forts lorsque l'air est très humide et que les courants ascendants sont puissants. Elle prend la forme de billes de glace (grêlons) dont le diamètre peut varier de quelques millimètres à plusieurs dizaines de centimètres mais dont le diamètre habituel est entre 5 et 50 millimètres [OMM, 2011 ; NWS, 2010]. Dans la zone d'étude le plus grand nombre de jours de grêle est observé de Décembre à Mars, pendant l'hiver et le printemps. Le maximum étant observé en Janvier et pratiquement nul du mois de Mai au mois d'Août (**Tableau N°06**).

Tableau N° 06 : Le nombre moyen de jours de grêle est représenté.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Année
Nombre de jours	0.1	0	0.2	0.6	1.0	0.8	0.7	0.6	0.2	0.1	0	0	4.3

Source : ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

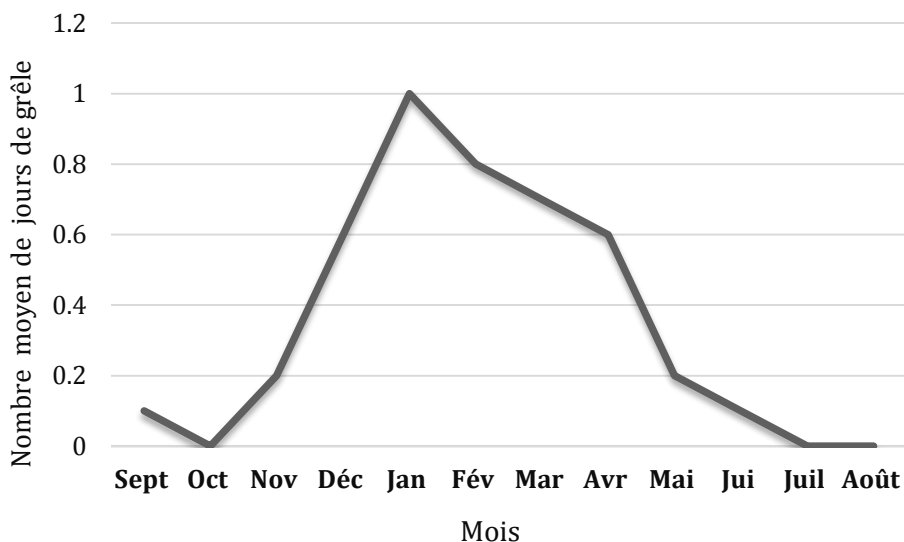


Figure I.9. Le nombre moyen de jours mensuels de grêle.

III.5 La gelée blanche

Vu que la zone d'étude se trouve sur le littoral donc soumise à l'influence maritime, et par conséquent la gelée blanche est pratiquement inexistante à l'exception d'une fréquence de retour moyenne de 1 à 2 jour/an dans les mois de Décembre, Janvier ou Février où elle est très faible et ne dure quelques heures (**Tableau N°07**).

Tableau N° 07 : Moyennes mensuelles d'observation de gelée.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Année
Nombre de jours	0.0	0.0	0.3	1.5	2.7	1.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6

Source : ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

III.6 Le sirocco (vent du Sud)

Le sirocco est un vent chaud et sec qui intervient surtout en été de direction sud-nord [SELTZER, 1946]. Il est moins fréquent qu'à l'intérieur du pays. Cependant, il peut se manifester sur toute la région d'étude surtout en été. Il constitue un des facteurs qui influent sur la diminution des récoltes. Ces vents sont généralement chauds et ils font baisser le degré hygrométrique (humidité relative) qui peut descendre jusqu'à quelque %.

On trouve sur (Tableau N° 08 et Figure I. 10) le nombre moyen de jours de sirocco, ces résultats sont la moyenne de 30 ans d'observation.

Tableau N° 08 : Moyennes mensuelles d'observation de sirocco.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Année
Nombre de jours	3.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	1.5	1.9	3.8	5.1	17.1

Source : ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

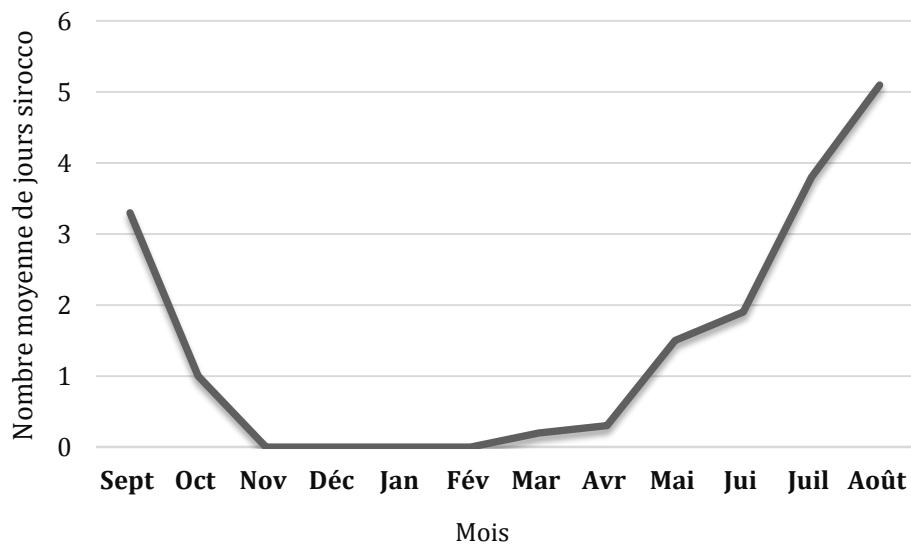


Figure I.10. Le nombre moyen de jours mensuels de sirocco.

III.7 Le brouillard

Le brouillard est surtout fréquent sur le littoral où il est observé durant toute l'année, il est dû à la présence de gouttelettes d'eaux dans l'atmosphère qui diminuent la visibilité horizontale à moins de 1 km (**Tableau 09** et **Figure I. 11**).

Tableau N° 09 : Moyennes mensuelles d'observation de brouillard.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Année
Nombre de jours	0.8	0.7	0.6	0.2	1.1	0.8	0.7	1.2	1.5	1.2	1.6	1.2	11.8

Source : ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

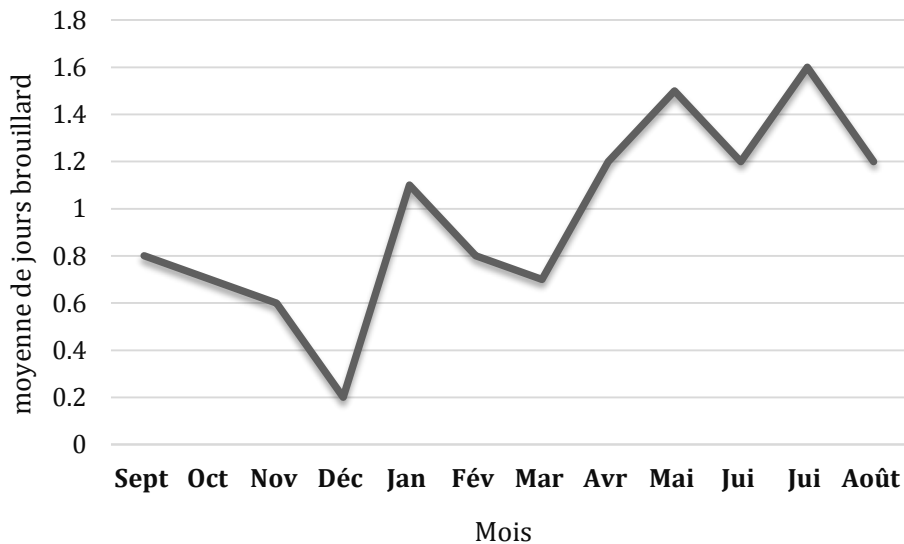


Figure I.11. Le nombre moyen de jours mensuels de brouillard.

III.8 Evapotranspiration (ET)

Le retour de l'eau à l'atmosphère peut se faire de différentes manières, soit directement par évaporation à partir d'une surface d'eau libre (mer, lac, cours d'eau, etc.), soit le plus souvent à partir d'un sol ou par l'intermédiaire des végétaux. On parle dans ce deuxième cas d'évapotranspiration. Pour l'évaporation, la quantité d'eau qui repart dans l'atmosphère dépend uniquement des paramètres physiques tels que la température de l'air, de l'eau, de la vitesse du vent, du degré hygrométrique, de l'ensoleillement, etc. L'évapotranspiration, elle, dépend en plus du couvert végétal et de son stade de développement ; Sa mesure en est rendue d'autant plus difficile.

L'évapotranspiration potentielle (ETP)

C'est l'ET qui correspond à la double hypothèse du maintien du taux d'humidité du sol à une valeur très voisine de la capacité de rétention et d'un développement de la culture en pleine croissance.

Pour estimer l'évapotranspiration potentielle, on utilise différentes méthodes basées sur des variables climatiques, cependant le choix dépend principalement du type de données climatiques disponibles et le type de climat de la région d'études. Les quelques formules empiriques qu'on utilise sont celles de :

1-La Méthode de THORNTHWAIT (1944) pour les zones semi arides et semi pluvieuses.

2- La formule de TURC (1953) en France pour les zones humides et sub-humides.

Les deux méthodes donnent des valeurs inégales du fait que chaque formule a été élaborée dans une région différente. La formule de TURC est la plus convenable pour l'estimation de l'ETP dans la région de Skikda qui appartient à l'étage bioclimatique humide.

$$\text{ETP} = 0.4 \left[\frac{t}{t + 15} \right] (\text{I}_g + 50) \text{ K mm/mois.}$$

Cette formule a été établie suite à des expériences faites sur des lysimètres installés à Versailles en France et de l'analyse du bilan hydraulique pour de multiples régions dans le monde. Avec :

ETP : l'évapotranspiration mensuelle exprimée en mm / mois.

t : température moyenne mensuelle de l'air sous abris en C°.

K : un coefficient égal à 1 si l'humidité relative **hr** est supérieure à 50 % (généralement le cas sous nos climats) ; sinon $\text{K} = 1 + \frac{50 - \text{hr}}{70}$

I_g : valeur moyenne mensuelle de la radiation solaire globale exprimée en cal cm² /jour.

$$\text{I}_g = \text{I}_g\text{A} (0.18 + 0.62 \text{ h/H}).$$

Avec: **h** : Durée d'insolation journalière.

H: Durée astronomique moyenne du jour en heure.

I_gA: Radiation maximale théorique donnée par les tableaux de ANGOT en cal /cm² jour avec transparence atmosphérique = 1.

Les résultats de l'ETP obtenus des calculs sont reportés sur le (**Tableau N° 10**).

Tableau N° 10: Calcul de l'ETP par la formule de TURC.

Mois Facteurs climatique	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août
t °C	23.27	20.22	15.70	12.60	11.64	12.07	13.57	15.52	18.80	22.17	25.13	25.7
t / (t+15)	0.608	0.574	0.511	0.456	0.436	0.445	0.475	0.508	0.573	0.596	0.626	0.631
IgA	742	586	446	381	422	547	710	853	947	981	957	872
H	373	350	308	302	311	307	371	393	437	437	444	419
h	8.36	7.85	6.92	6.79	6.99	6.86	8.35	8.85	9.81	9.83	9.99	9.40
h/H	0.0224	0.0224	0.0224	0.0224	0.0224	0.0223	0.0225	0.0225	0.0224	0.0224	0.0225	0.0224
Ig	143.86	113.61	86.47	73.87	81.82	106.02	137.70	165.43	183.61	190.20	185.61	169.07
ETP mm/Mois	47.14	37.56	27.89	22.59	22.98	27.77	35.66	43.77	53.54	57.26	58.996	55.29

Source: ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015 + treatment personnel.

III.9. Bilan hydrologique

III.9.1. Estimation du bilan hydrologique selon la méthode de THORNTHWAIT

Le bilan hydrologique selon la méthode Thornthwait fait appel à une définition de réserve facilement utilisable par les plantes (RFU).

La RFU est le volume d'eau emmagasiné dans le sol entre le point de flétrissement (RFU vide) et le point de rétention (RFU max) utilisé par les plantes, elle est calculée par la formule suivante :

$$\text{RFU} = 3000 \cdot h \cdot \text{Hr} \cdot \text{da} \cdot (\text{m}^3/\text{ha})$$

Avec: **Hr**: capacité de rétention dans la région, soit 23% pour notre région.

da: Densité apparente du sol – da = 1.3 g/cm³

h: Profondeur d'enracinement des cultures. Dans notre cas on a pris h = 1 m, à cause de l'arboriculture prédominante dans la région.

D'où:

$$\text{RFU} = 3000 \times 1 \times 0.23 \times 1.3 = 897 \text{ m}^3/\text{ha} \quad \text{soit } 89.7\text{mm} \approx 90 \text{ mm.}$$

L'application d'un tel calcul a permis d'établir le bilan résumé dans le (**Tableau N° 11**).

Tableau N° 11: Bilan simplifié selon THORNTHWAITE.

Mois Facteurs climatique	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Moy et Totaux
T °C	23.27	20.22	15.70	12.60	11.64	12.07	13.57	15.52	18.80	22.17	25.13	25.7	18.03
P (mm)	37	56.7	84.8	116.2	109.5	87.8	76.6	58.9	38.2	12.9	2.3	7.1	688
ETP (mm)	47	38	28	23	23	28	36	44	54	57	59	55	492
P-ETP (mm)	-10	18.7	56.8	93.2	86.5	59.8	40.6	14.9	-15.8	-44.1	-56.7	-47.9	196
RFU (mm)	0	18.7	75.5	90	90	90	90	90	74.2	30.1	0	0	-
ETR (mm)	37	38	28	23	23	28	36	44	54	57	32.4	7.1	407.5
Déficit Pluvio (mm)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26.6	47.9	54.7
EXCEDENT (mm)	0	0	0	78.7	86.5	59.8	40.6	14.9	0	0	0	0	280.5

Source: ANRH, station du barrage Zit-Emba, 2015

Remarque: Selon certains auteurs comme JP.LABORDE, le bilan évaporométrique de Thornthwaite peut être également utilisé avec l'estimation de l'ETP par la formule de Turc qui donne des résultats satisfaisants sous nos climats [J.P. LABORDE, Edition 2000].

III.9. 2. Interprétation du bilan évaporométrique

On remarque que le déficit agricole correspondant à la période de juillet à septembre avec un maximum de 47mm pendant le mois d'Août. Par contre et à partir du mois de décembre jusqu'au mois de Avril, on a une période excédentaire qui correspond à la période de la reconstitution des réserves. L'écoulement débute au mois de décembre et prend fin au mois de juin.

III.9. 3. Calcul du bilan hydrologique

Le bilan hydrologique est estimé par une formule très simple qui permet d'évaluer le ruissellement et l'infiltration: $P = ETR + R + I \pm SW$

Avec: **P** = Précipitation moyenne annuelle en mm.

ETR = Evapotranspiration réelle en mm.

R = Ruissellement moyen en mm.

I = Infiltration en mm.

SW = Variation des réserves en mm (cette grandeur est supposée négligeable).

III.9. 3. 1. Calcul de l'ETR (Formule de Turc)

La formule de TURC est applicable à tous les climats, elle est fonction des précipitations et de température moyenne annuelle.

$$ETR = P [(0.9 + P^2/L^2)]^{1/2}$$

Avec: $L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$

T = Température moyenne annuelle °C

Ceci implique: $L = 300 + 25 (18.03) + 0.05 (18.03)^3 = 1043.81$

$$ETR = 708 [(0.9 + (708/1043.81)^2)]^{1/2} = 962.88 \text{ mm}$$

III.9. 3. 2. Calcul de l'ETR (Formule de Thornthwait)

L'application du bilan simplifié selon de Thornthwait a abouti à un ETR égale a 407.5mm. (Tableau N° 11).

Nous jugeons que l'ETR calculé par le bilan de Thornthwait est le plus proche de la réalité car l'ETR calculé par la formule de Turc est supérieure aux précipitations.

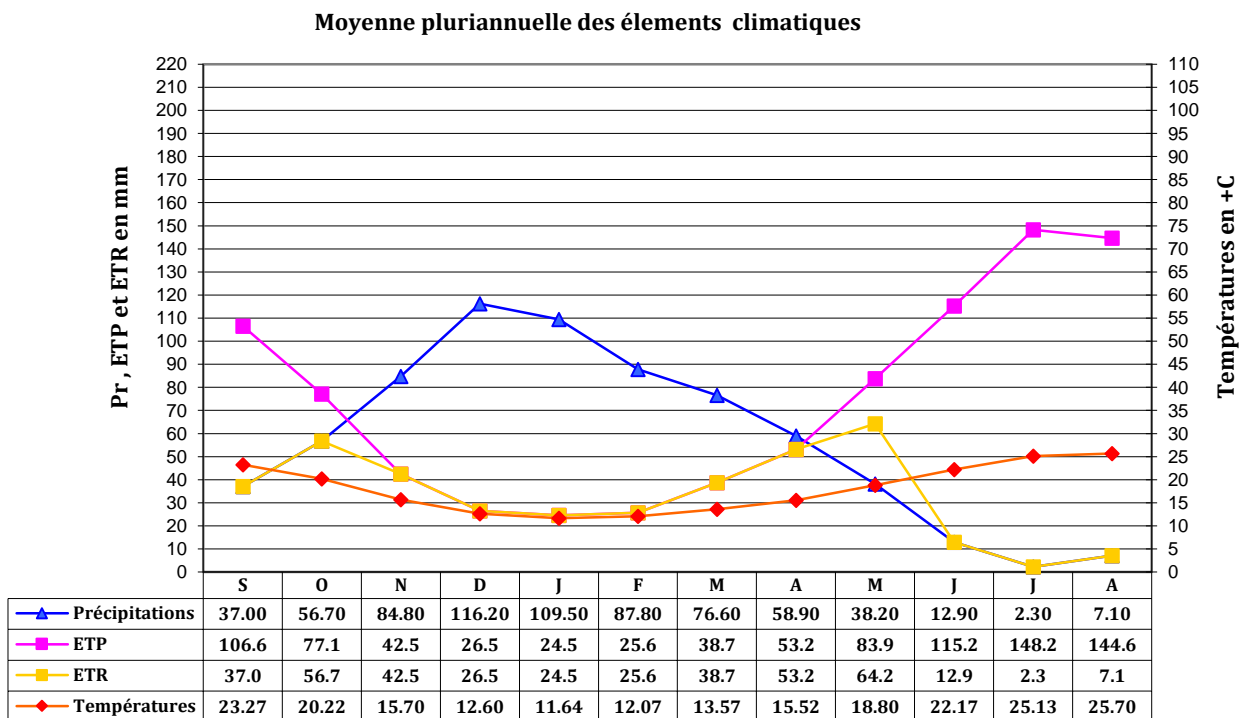


Figure I.12. Évapotranspiration potentielle (ETP) et Évapotranspiration réelle ETR.

IV. Population

Le cycle de recensement de la population et de l'habitat est essentiel car les données démographiques aident les pouvoirs publics et leurs partenaires dans l'élaboration des politiques, la prise des décisions et l'allocation des budgets articulés autour des priorités nationales en fonction de la population et des besoins des individus.

Les recensements et les données démographiques jouent un rôle primordial dans le développement, l'intervention humanitaire et le redressement. Avec des données de qualité, nous pouvons mieux avancer vers nos réalisations.

Au recensement de 1966 ; la population de la wilaya comptait 328.253 habitants, au RGPH de 1977, Skikda enregistrait un volume de population avoisinant les 466.900 personnes ; soit une évolution de 01.42% par rapport à la population de 1966.

La population est passée de 898.680 hab. en 2008 à 967.045 habitants en 2012 avec un taux d'accroissement de 1.31%. Au 2016 est passée de 1.037.751 hab. **Tableau N° 12 :**

Années	Nombre de population	Taux d'accroissement %
1966	328253	-
1977	466900	1.42
1987	619094	2.01
1998	787118	1.62
2008	898680	1.72

Source : R.G.P.H

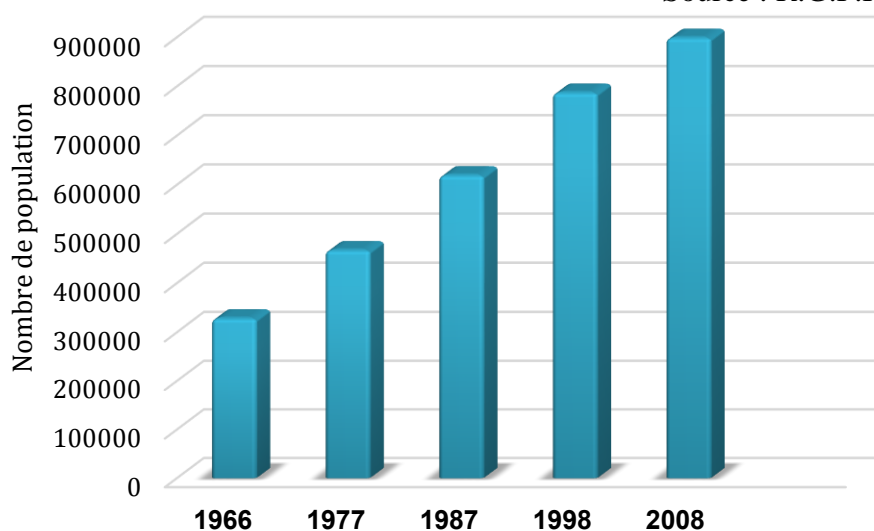


Figure I.13. L'évolution de la population wilaya de Skikda.

Conclusion

En conclusion, la présentation de la Wilaya de Skikda a offert une connaissance sur son état dans les différents côtés qui doivent être analysés.

Naturellement, elle est sous l'influence du climat marin, les précipitations accusent un retard des maxima au cours de l'année. Elle appartient au domaine bioclimatique humide à subhumide.

Le relief est très accidenté sur la frange littorale Est, structure hydrogéologique renferme beaucoup de formations aquifères réparties sur plusieurs niveaux.

Socio-économiquement, la population a connu une croissance perpétuelle dans les différents R.G.P.H.

Chapitre: II

Données Nécessaires.

--

Introduction

Après la présentation de la majorité des éléments qui constituent le cadre naturel de la wilaya, nous abordons maintenant le chapitre qui consiste à définir l'Aperçu sur l'hydrologie. Pour ce faire, nous allons dresser un bilan général sur les ressources en eau de la wilaya. Ensuite, on essaye de déterminer les potentialités hydriques.

I. Aperçu sur l'hydrologie

I. 1. Les Oueds

La région d'étude (Skikda) possède trois grands oueds répartis sur toute sa surface d'Est en Ouest (Kebir Ouest, Safsaf, Guebli) alimentés essentiellement par les eaux de pluies ainsi que de petits oueds tels que l'oued Zhour à Cap Bougaroun, Oued Rhira au côtières de Flifla et l'oued Bibi. D'Ouest en Est on trouve : (**Figure II.1**)

I. 1.1. L'Oued Kebir Ouest

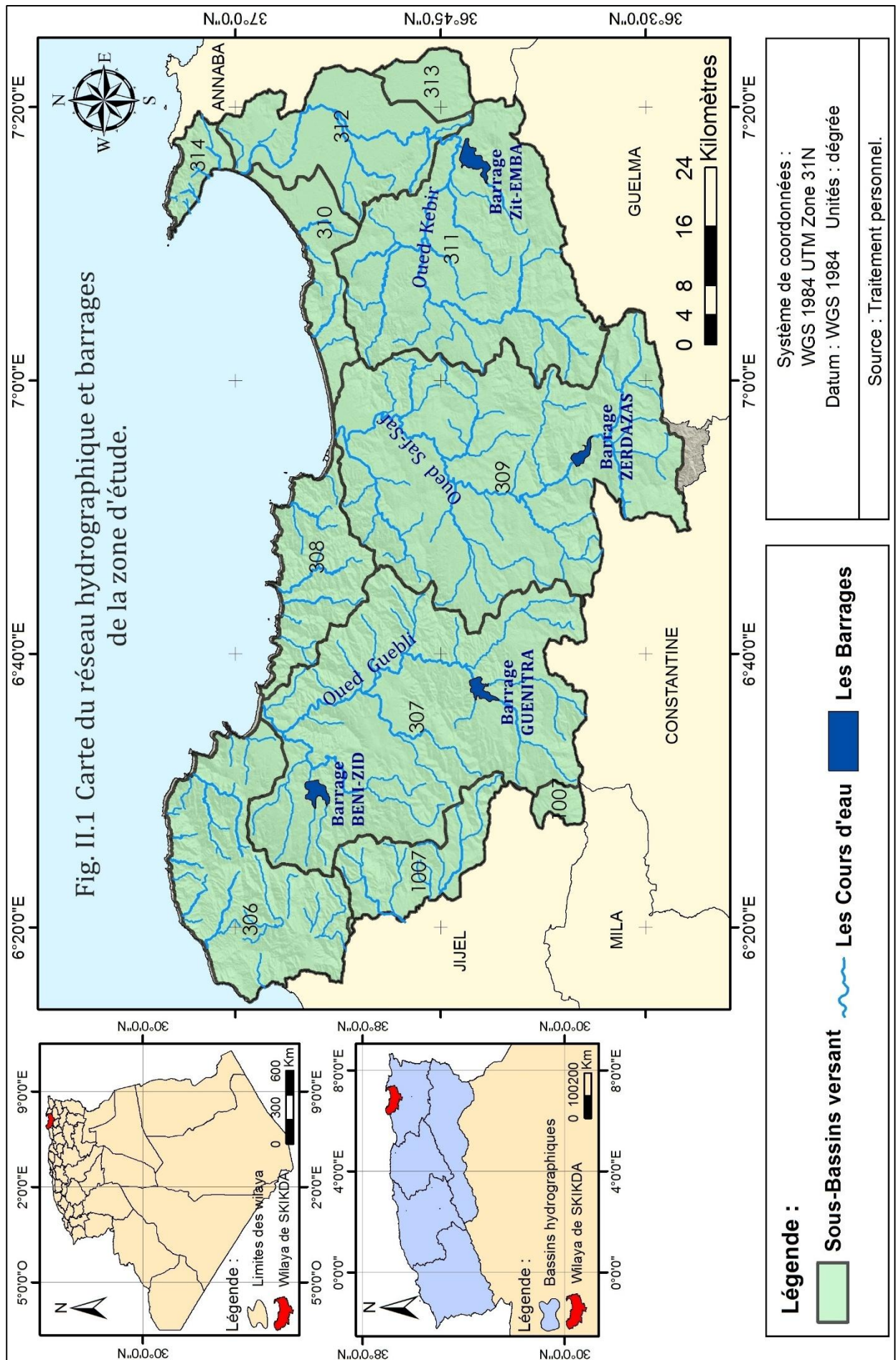
L'oued Kebir Ouest débute au versant Nord de djebel Boutellis (Nord de Guelma), de direction Nord-Sud sa longueur approximative est de 48 Km avec principaux affluents oued Aneb et oued Fendek (**Figure II.1**), le tracé des profils en long des principaux affluents de cet oued, montre qu'à l'amont les pentes sont très fortes, généralement supérieures à 50 m/Km, qui sont dues à la résistance des formations consolidées au creusement. A l'aval, les pentes sont moins faibles à cause des formations meubles, les pentes très faibles s'étendent dans la zone entre Souk Essebt et Mechtet Mra Sfala.

Il traverse les bassins de Azzaba et d'Essebt pour se déverser dans la mer tout en passant par le massif dunaire de Guerbez, il draine une superficie de 1135 Km², son apport hydraulique est estimé à 282 Mm³ en 2009 à la station de Ain Charchar.

I. 1.2. L'Oued Safsaf

Se trouvant au centre du zone d'étude, c'est le principal oued dans le bassin versant de Safsaf, il débute au Sud dans les monts de Constantine, de direction Nord-Sud sa longueur est de 53.19 Km, ses principaux affluents sont l'oued Zeramna, oued Haddaratz. Le profil en long du cours d'eau principal montre qu'en amont, les pentes sont beaucoup plus élevées qu'à l'aval, elles sont de 11.3 m/Km au niveau de l'oued Brahim et Bouadjeb, et de 2.3 m/Km au environ d'El Harrouch. [[ABH de Constantine](#)].

Il traverse le bassin versant dans une direction SE-NW jusqu'au village de Ramdane Djamel, ensuite suivant une orientation NW-NE vers la plaine de Zeramna pour se jeter finalement dans la mer méditerranée, son apport hydraulique est estimé à la station de Khemakhem



I. 1.3. L'Oued Guebli

Il prend naissance au Sud de la région d'Oum Toub de direction Sud-Nord, il passe par la plaine de Tamalous puis celle de Collo pour enfin rejoindre la mer.

Sa longueur approximative est de 38 Km avec principaux affluents l'oued Guergoura et l'oued Fessa, il draine une superficie de 944.6 Km². [ABH de Constantine].

Il apporte un volume annuel de 49 Mm³ mesuré à la station de Guenitra (**Figure II.1**).

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des trois oueds de la zone d'étude

Tableau : 01 Les trois grands oueds de la région et leurs principaux affluents

Nom de l'oued	Longueurs en Km	Principaux affluents	Amont de l'oued	Exutoire	Superficie Drainée Km ²	Volume Mm ³ /an
Kebir Ouest	43	Fendek Aneb	Dj Boutellis	Mer	1154	282
Safsaf	53.19	Khemakhem Haddaratz	Monts de Constantine	Mer	1154	150
Guebli	38	Fessa Guergoura	Oum Toub	Mer	944.6	49

Source : ABH et DHW de Constantine

I. 2. Les Barrages

La wilaya de Skikda compte quatre (4) grands barrages en exploitation d'une capacité totale initiale de 317 Mm³, actuellement avec les problèmes d'envasement et autres, ils ne retiennent qu'un volume total de 292 Mm³ par an, destiné à l'alimentation en eau potable des différentes communes de la wilaya, l'irrigation et l'industrie. (**Figure II.1**)

I. 3. Les Retenues Collinaires

Les retenues collinaires de la wilaya de Skikda son essentiellement destinées à l'irrigation, elles sont au nombre de 32 retenues mobilisant un volume d'eau approximative de 4 Mm³ par an d'eau de surface, un grand nombre est en bon état avec des capacités qui peuvent atteindre 400000 m³ tandis que d'autres sont en moyen ou mauvais état, actuellement il ne reste qu'une douzaine en service avec une capacité qui ne dépasse pas 2 Mm³/an.

Tableau : 02 les différentes retenues collinaires dans la wilaya de Skikda et leurs capacités.

Bassins versant	Nombre de R.C	Capacité totale Mm ³
Oued Safsaf	19	2
Oued Kebir Ouest	13	2.4
Total	32	4.4
R.C en service	12	1.47

Source : Monographie wilaya de Skikda 2016

I. 4. Les bassins versant de la région d'étude

4.1 Le bassin versant de Kebir Ouest

Ce bassin est traversé par l'oued Kebir Ouest qui prend naissance dans le versant nord de djebel Boutellis dans le nord Guelmien et au Sud de la zone d'étude d'une superficie de 1016 Km². Sa partie intérieure est limitée au Sud par les monts de Constantine ou les formations dominantes sont des calcaires et marno-calcaires du Jurassique et Crétacé ; caractérisées par un coefficient d'infiltration élevé.

On trouve les mêmes formations dans la partie Nord-ouest du bassin mêlées à des roches éruptives et métamorphique du djebel Fil fila.

La plaine de l'oued Kebir Ouest s'est formée par l'alluvionnement intense des dépressions côtières, caractérisées par une pente relativement faible vers la mer et la présence de marais dans la partie aval [E. Viziteriv 82].

Ce cours d'eau (Kebir Ouest) est de direction Sud Nord qui descend vers le petit bassin d'Essebt puis traverse le bassin de Azzaba ensuite il prend la direction Ouest–Est pour finalement rejoindre la mer méditerranée.

4.2 Le bassin versant de l'oued Safsaf

Ce bassin concerne la région de basse altitude s'étendant d'El Harrouch à Skikda passant par les communes de Salah Bouchaour, Ramdane Djamel El Hadaiek [A. Marre 1992].

Dans ce bassin la série sédimentaire est représentée par le massif calcaire constitué de calcaire du Jurassique et des marno-calcaires du Crétacé. Ce bassin versant est subdivisé à son tour en trois sous bassins suivant les principaux affluents de l'oued Safsaf :

4.2.1 Sous bassin de Zeramna

L'oued Zeramna qui est un affluent de l'oued Safsaf prend naissance dans les zones montagneuses de Bouchtata avec une longueur de 15.5 kilomètres dans le socle métamorphique de la petite kabylie.

Les pentes sont très aiguës dans les flancs Est et Ouest favorisant la genèse des crues en période de hautes eaux.

4.2.2 Sous bassin de l'oued Ghbel

Le sous bassin drainé par l'oued Ghbel est assez étendu ; de faible pente formée par des formations du Quaternaire peu perméable d'où la présence de zones marécageuses assez fréquente. D'une longueur de 17.5 kilomètres, l'oued Ghbel prend naissance dans la région de Mdhez Edchiche, qui se déverse ensuite dans l'oued Safsaf sous le nom de oued Ameur.

4.2.3 Sous bassin de l'oued Haddarats

L'oued Haddarats draine un terrain relativement large de 9.7 kilomètres carré marqué par des pentes modérées il s'écoule du Sud vers le Nord en traversant des terrains quasiment Quaternaire avec les sommets des koudiats recouverts de grés numidiens.

4.3 Le bassin versant de Guebli

L'oued Guebli qui coule dans une direction Nord Sud il recoupe un bon nombre de lignes de crêtes et traverse les sous bassin d'Oum Toub, Tamalous et Collo.

On peut subdiviser ce bassin en trois sous bassins ou les niveaux Quaternaires sont les mieux développés et mieux conservés :

4.3.1 Sous bassin d'Oum Toub

Il est creusé dans des roches tendres en aval du massif cristallin kabyle, il présente quatre niveaux d'altitude dont le plus haut se trouve dans le village d'Oum Toub.

Le niveau le plus faible est représenté par les terrasses construites à 2m au-dessus du cours des oueds. Les formations qu'on peut y rencontrer sont des galets surmontés par des sables gris à beiges. Le sous bassin est traversé par les deux plus importants affluents d'Oued Guebli qui sont Oued Fessa d'une longueur approximative de 7 kilomètres et Oued Kranga (6 Km).

4.3.2 Sous bassin de Tamalous

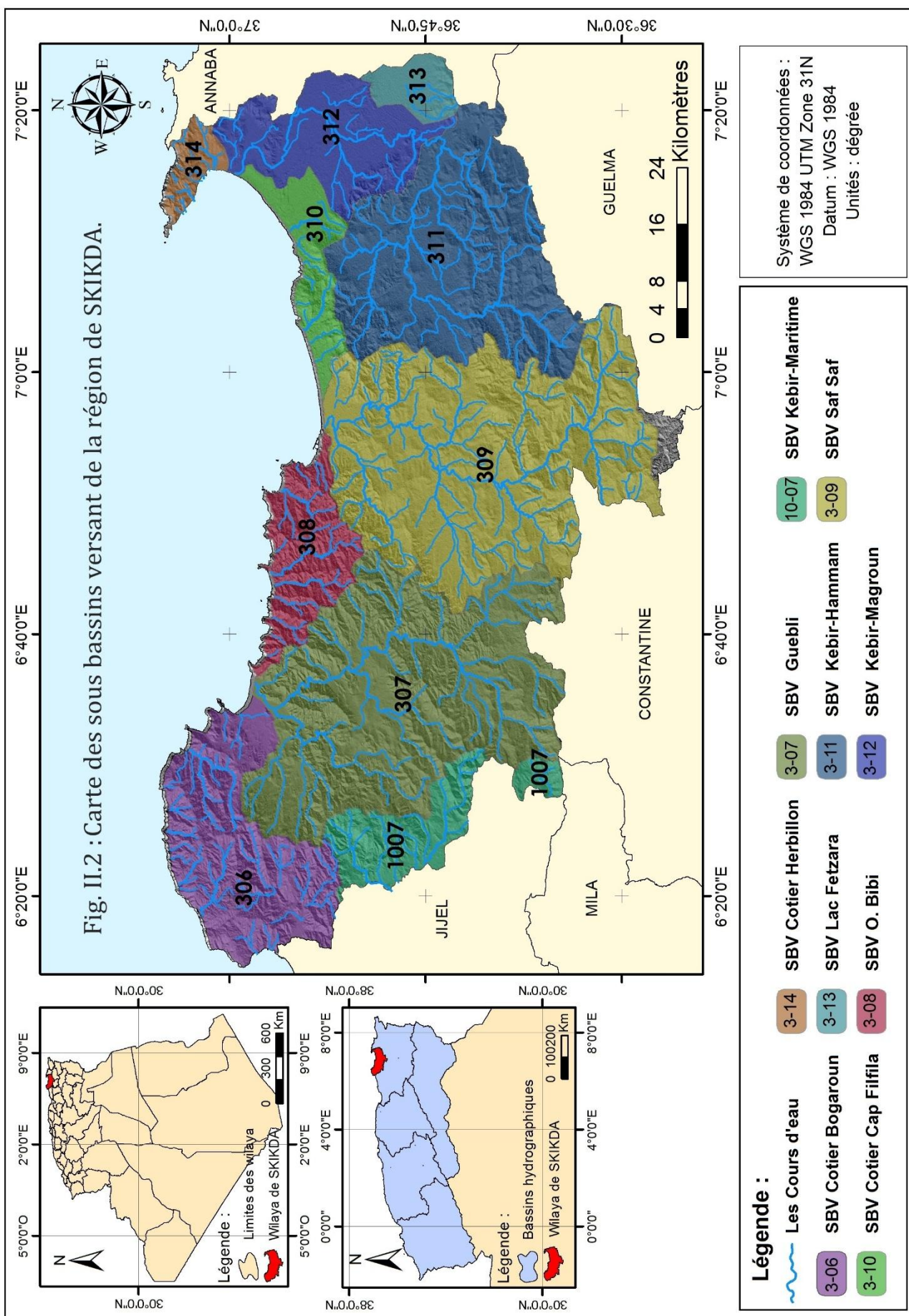
Il représente un haut niveau de terrasses qui est de 170m d'altitude se situant à Tamalous marqué par des dépôts d'arènes non significatives. Un faible niveau de basse terrasse se situant à Sidi Mezghich puis prend une large extension à Tamalous marquées par des sables grises à beiges dominant le cours d'eau par un talus haut de 2 à 4m. La cuvette de Tamalous, sur le cours moyen de l'oued Guebli est le plus étendu des sous bassins du socle Kabyle , ferme au Nord par le djebel Guern Aicha qui culmine à 561m et au sud le socle Kabyle remonte en pente jusqu'à 587m d'altitude.

4.3.3 Sous bassin de Collo

Se trouvant à l'extrême Ouest de la zone d'étude, le sous bassin de Collo ou l'oued Guebli vient se jeter dans la méditerranée a une allure de quadrilatère largement ouvert vers le Nord Est (mer) limité par des escarpements de direction Sud-ouest, Nord-est avec un fond très plat qui est dominé par les pentes raides de quelques reliefs isolés comme la Koudiat de Téléza.

On y trouve des collines formées de roches dures avec de grandes pentes liées au massif dunaire.

La plaine de Collo proprement dite, correspond à la très basse terrasse qui domine de 3m environ le cours de l'oued Guebli. La moyenne et la haute terrasse se trouvent aux environs de Kerker, qui ont des pentes supérieures à 4%.



II. Les Ressources en eau de la Wilaya

Pour avoir une idée sur les ressources en eaux souterraines et superficielles de la région de Skikda, il faut quantifier tous les apports hydriques superficiels (barrages, retenues collinaires, oueds) et souterrains (nappes superficielles et profondes) dans le but d'une meilleure gestion.

II.1 Les Eaux Superficielles

La ressource hydrique superficielle comprend toutes les eaux des oueds, barrages, et retenues collinaires qui sont dans la majorité du temps destinées à l'irrigation sauf pour les barrages qui sont après traitement destinées pour l'approvisionnement en eau potable des agglomérations.

II.1.1. Les Oueds

La zone d'étude compte un réseau hydrographique dense, alimenté principalement par les eaux de pluies, d'Est en Ouest on trouve :

- L'oued Kebir Ouest qui draine les bassins de Azzaba, Essebt et la plaine de Guerbez.
- L'oued Safsaf qui draine la plaine de Zeramna, El Harrouch, R Djamel...
- L'oued Guebli qui draine les plaines de Tamalous et Collo.

Et des oueds secondaires tels que :

- L'oued Bibi au Nord de la région d'étude entre le cap Bougaroun et côtier Flifla.
- L'oued Zhour au Nord Est dans le côtier cap Bougaroun.
- L'oued Ghira dans le côtier de Flifla au Nord-ouest de la zone d'étude.

Tableau 03 : Apports annuels moyens des Oueds dans la wilaya de Skikda.

Oueds par Bassins versant	Superficie drainée (km ²)	Apport (Mm ³ /an)
Cap Bougaroun	479	477
Oued Guebli	988	49
Oued Bibi	203	75
Oued Safsaf	1165	150
Flifla	134	37
Oued Kebir Ouest	1169	282
Total	4139	1070

Source : ANRH, DHW de Skikda

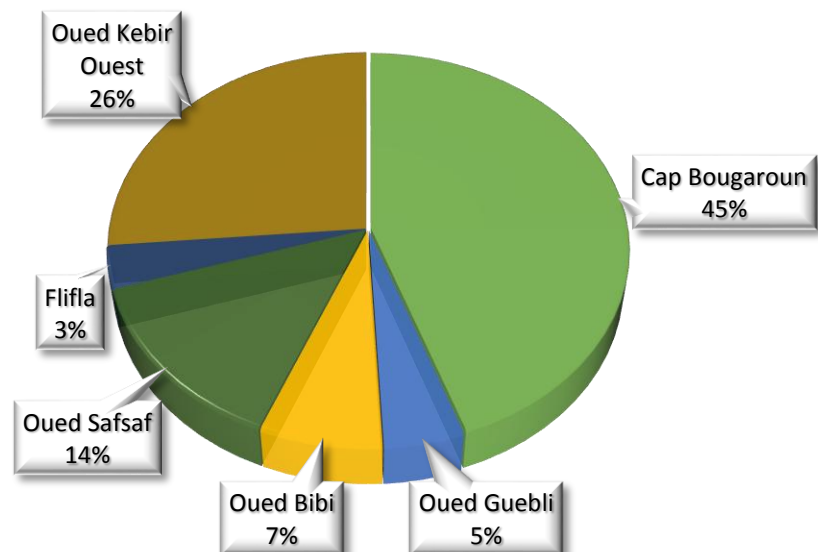


Figure II.03 Apport annuel moyen des oueds de la région de Skikda.

En examinant la Figure II.03 ci-dessus on remarque que le Cap Bougaroun (oued Zhour) fournit le plus grand apport en eau de surface de la région avec (45%), suivi du Kebir Ouest avec 26%, vient ensuite le Safsaf avec 14% d'eau de surface, suivi de l'oued Bibi, le Guebli et Flifla avec respectivement 7%, 5% et 3%.

II.1.2 Les Barrages

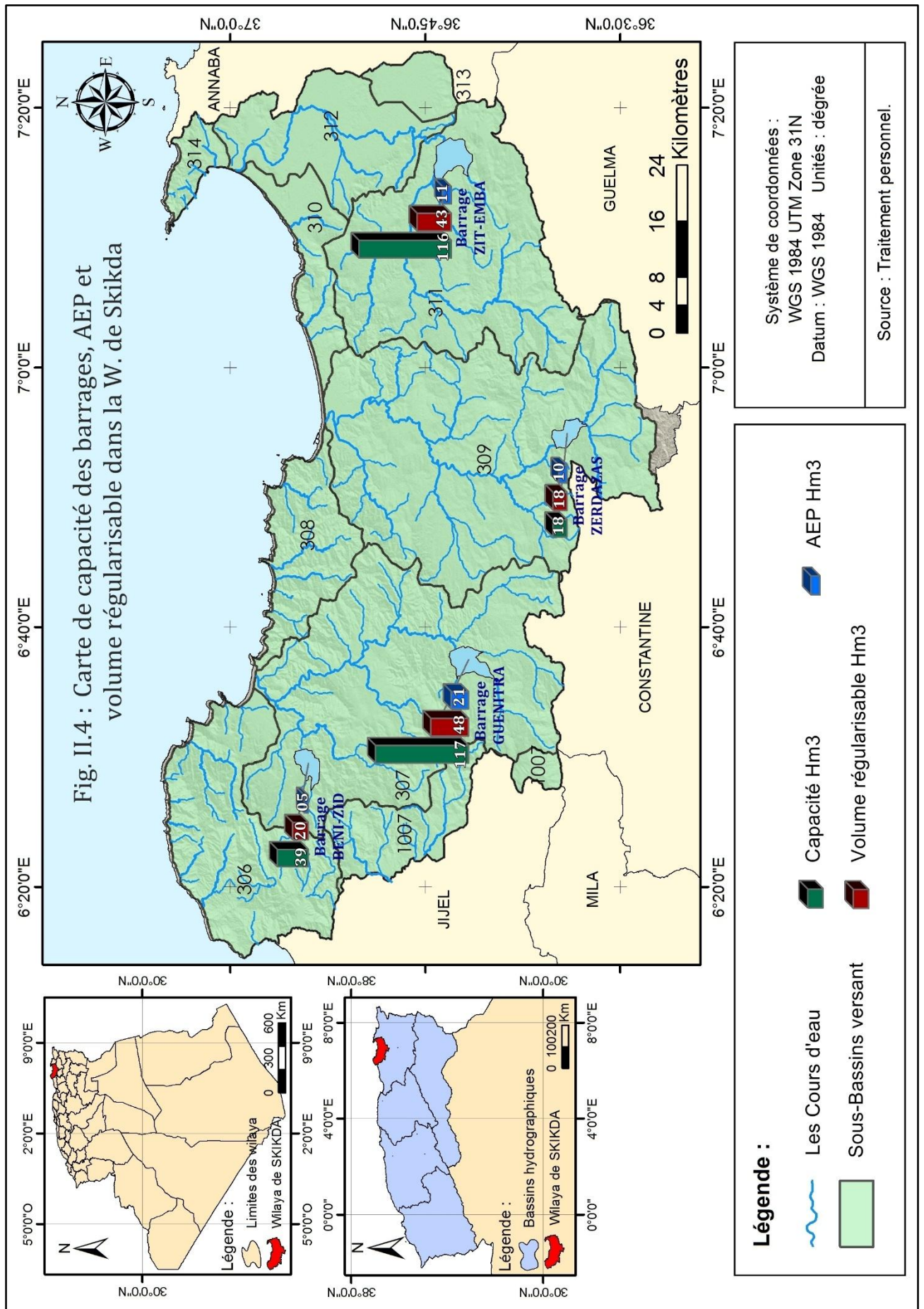
Actuellement, après la mise en service de ces ouvrages (barrages), leur capacité a diminué d'environ 25% cause de l'envasement, les capacités initiales des quatre barrages et leurs réserves à la cote normale actuellement sont reportées sur le (Tableau : 04), l'excès de l'apport est déversé volontairement (évacuation vers la mer).

En effet, le déploiement successif de conduites de transfert et d'adduction qui vont être acheminées vers des régions où les besoins des centres urbains et les vastes terres irrigables ne peuvent être satisfaits par des ressources locales [A. Mebarki, 2006].

Tableau : 04 Différents barrages de la région de Skikda et leurs apports annuels moyens en Mm³.

Barrage	Capacité initiale Mm ³	AEP Mm ³	Volume régularisable
Zerdazas	32	10.55	18
Guenitra	125	21.82	48
Beni Zid	40	5.36	20
Zit Emba	120	11.22	43.4

Source : ANRH, DHW de Skikda



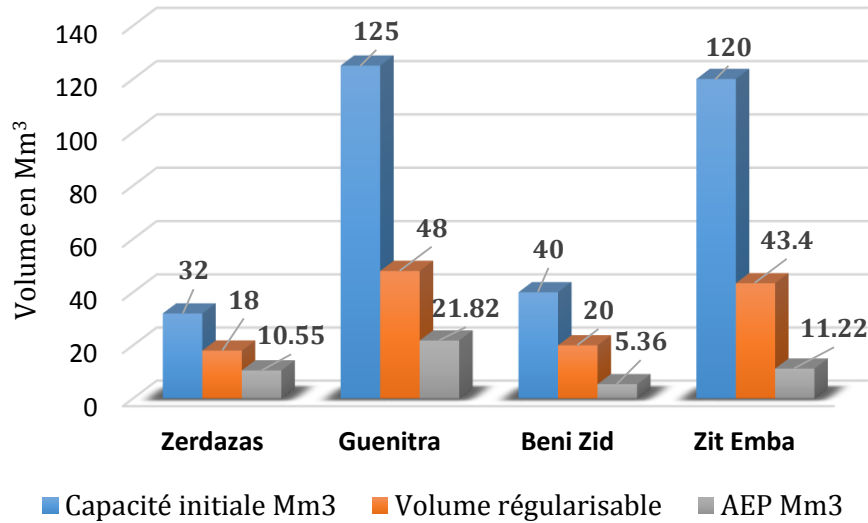


Figure II.05 La capacité des barrages et le volume distribué pour l'AEP (Mm³/an).

II.1.3 Les Retenues Collinaires

Les retenues collinaires de la wilaya de Skikda sont essentiellement destinées à l'irrigation des moyens et petits périmètres et l'abreuvement du cheptel, elles sont au nombre de 32 depuis les années 80 mobilisant un volume d'eau approximatif de 4.4 Mm³ par an d'eau de surface.

Actuellement sur l'ensemble de 24 retenues, il ne reste que 12 en service (bon état de la digue) qui fournissent près de 1.47 Mm³/an. Ainsi, avec la détérioration d'une vingtaine de retenues, on assiste à une réduction considérable de l'apport en eau de surface de plus que la moitié.

Des études sont en projet pour l'inventaire des sites potentiels pour les retenues collinaires, réhabilitation de 8 retenues collinaires ainsi que la réalisation de 3 autres à court terme.

II.1.4. Le Dessalement de l'eau de Mer

La seule station de dessalement de l'eau de mer qui existe à l'Est algérien est celle de la wilaya de Skikda (Ben M'hidi) d'une capacité de production de 10.000 m³/j (3.65 Mm³/an) réalisée par trois partenaires : espagnol, ADE, Sonatrach et gérée par l'ADE de la wilaya de Annaba.

Actuellement, elle produit une moyenne de 3000 à 3500 m³/j assurant les besoins en eau potable de Ben M'hidi et Oued K'sob (1.27 Mm³/an).

Une deuxième station de dessalement est en projet d'une capacité de production de 100.000 m³/j (36.5 Mm³/an), assurant les besoins totaux de Skikda qui sont de 70.000 m³/j, et l'excédent d'eau sera destinée pour l'irrigation à long terme).

Une troisième station en projet à Flifla d'une capacité de production de 50000 m³/j (18.25 Mm³/an) qui assurera les besoins de la région de Flifla.

Dans les années à venir, avec la réalisation des deux stations de dessalement, le volume d'eau produit sera de presque 58.4 Mm³/an, satisfaisant ainsi tous les besoins en eau de la wilaya.

II.2 Les Eaux Souterraines

Les réserves souterraines de la wilaya de Skikda proviennent essentiellement des différents ouvrages de captage localisés dans les plaines captant principalement des terrains sédimentaire formés d'alluvions ou terrains métamorphiques, les sources sont de moindre importance vu leurs débits d'exploitation.

Les bassins versants de la région d'étude sont constitués par des terrains anciens, massifs calcaires, terrains numidien et enfin le Quaternaire (alluvions) qui représente le réservoir important dans la région.

- Les terrains anciens formés de roches métamorphiques (Collo), de faible perméabilité qui n'alimente que de petites sources à faibles débits.
- Les massifs calcaires, constitués de calcaires du Crétacé et des grès (massif de Flifla), mais leur faible extension limite leurs capacités.
- Le Quaternaire constitué d'alluvions, sables et graviers, représente la seule formation aquifère importante de la région. [BEN RABAH, 2006].

I.2.1 Forages

La majorité du potentiel hydrique souterrain est extraite par pompage à partir d'une batterie de forages implantée surtout dans les alluvions des grandes plaines (plaine de Zeramna, Skikda, Tamalous, Collo, Azzaba).

On a dénombré près de 279 forages (bon et mauvais état), répartis sur toute la surface de la zone d'étude, dont la répartition suivant les secteurs e suivants :

- L'alimentation en eau potable (225 forages).
- L'alimentation en eau pour l'industrie (32 forages).
- Pour l'irrigation (22 forages).

Actuellement, il ne reste que 127 forages déclarés, dont 72 sont destinés à l'AEP, 16 pour l'AEI, 20 pour l'AEA et le reste (177) sont abandonnés ou à l'arrêt. Les 127 forages en service mobilisent un volume total de 59 Mm³/an, dont 14 Mm³ sont distribués pour l'approvisionnement en eau potable (AEP) des diverses communes de la wilaya, gérer par l'APC ou L'ADE.

Tableau II.05 Volume d'eau mobilisable et celui prélevé des principales nappes souterraines de la région de Skikda

Les nappes par bassin versant	Nombre des forages	Volume Mobilisable (Mm ³ /an)	Volume Exploité (Mm ³ /an)
Nappes de Safsaf et de Zeramna	53	24.12	5.50
Les nappes du K.O et massif dunaire de Guerbez	56	27.39	6.75
La nappe de la Plaine de Tamalous	9	2.58	0.98
La nappe de la Plaine de Zhour	2	1.45	0.24
La nappe de la Plaine de Collo	7	2.62	0.76
Total	127	59	14.14

Source : D.H.W de Skikda

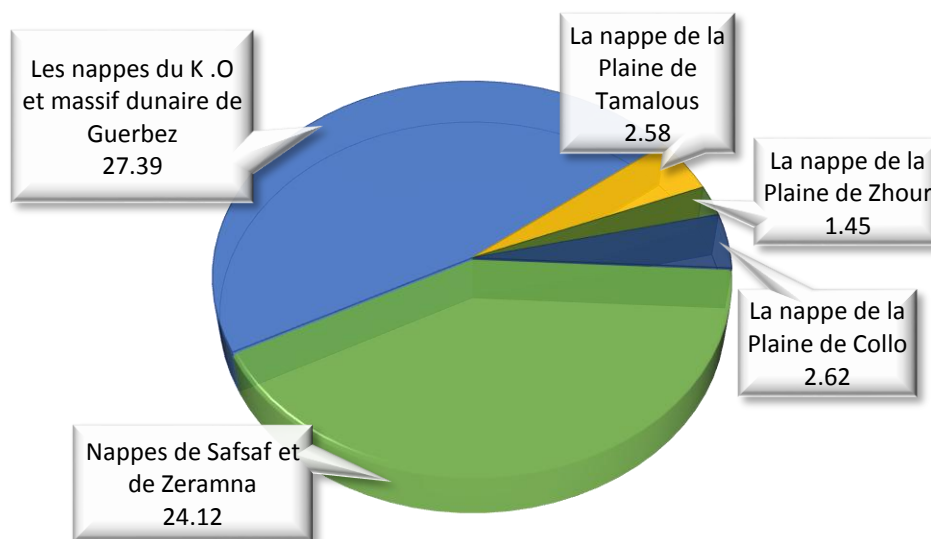


Figure II.06 les volumes mobilisable en Mm³ des différentes nappes de la zone d'étude.

D'après le graphique ci-dessus, on constate que les formations des aquifères étudiés sont principalement des formations du Quaternaire dont la majeure partie est représentée par des sables et des graviers (41% pour la plaine de Safsaf et 48% pour la plaine du Kebir Ouest) et près de 11% est représentée par des alluvions (5% dans la plaine de Collo, 4% dans la plaine de Tamalous et 2% dans la plaine de oued Zhour).

I.2.2 Puits

Ajoutant aux forages un ensemble de puits (833) qui capte les nappes superficielles de la région, destiné pour assurer les besoins en eau potable ou pour l'irrigation de 1240 Ha de quelques collectivités d'habitants avec des débits allant de 3 à 25 l/s. Ceux destinés que pour l'alimentation en eau potable de toute la wilaya sont au nombre de neuf (9) avec un débit global de 58 l/s.

I.2.3 Sources

Les sources sont au nombre de (53) dont la plus parts est captée, assurant l'alimentation en eau potable des même communes ou elles se trouvent avec des débits qui dépassent parfois 10 l/s, le débit total capté dans toute la wilaya est de 193.6 l/s. (**Tableau II.06**)

Le plus grand nombre de source se trouve dans la Daira de Ouled Attia (13) dont le débit total capté est de 52.2 l/s, suivi de Ain Kechara, El Harrouch, Zitouna, Sidi Mezghich avec 8, 7, 7, 6 sources captant un débit total de 103 l/s.

Tableau II.06 Les différentes sources dans la zone d'étude et leurs débits respectifs

Daira	Nombre	Débit (l/s)	Destination	Observation
Skikda	3	2.6	AEP	-
El Hadaik	3	1.5	AEP	-
R-Djamel	1	3	AEP	-
El Harrouch	7	14	AEP	captées
S-Mezghich	6	13	AEP	-
Ain Kechara	8	6	AEP	captées
Oum Toub	1	0.3	AEP	captée
Collo	2	6	AEP	-
Zitouna	7	70	AEP	-
Ouled Attia	13	52.2	AEP	captées
Azzaba	2	25	AEP	captée
Total	53	193.6		

Source : Monographie wilaya de Skikda 2016

La répartition de la ressource souterraine par Daïra s'est fait comme c'est montré dans le tableau qui suit : (**Tableau II.07**)

Tableau II.07 Répartition par Dairas des ressources souterraines (Mm³/an) dans la wilaya de Skikda

Daira	Ressources mobilisées Mm ³ /an	Ressources exploitées (AEP) Mm ³ /an
Skikda	16.08	2.995
El Hadaik	2.84	0.63
R-Djamel	8.70	2.07
El Harrouch	3.53	1.227
S-Mezghich	0.36	0.073
Tamalous	3.02	0.748
Ain Kechara	0.15	0.039
Oum Toub	-	-
Collo	2.99	0.87
Zitouna	-	-
Ouled Attia	2.83	0.183
Azzaba	10.77	3.307
Ben Azzouz	7.60	1.987
Total	59	14.137

Source : D.H.W de Skikda

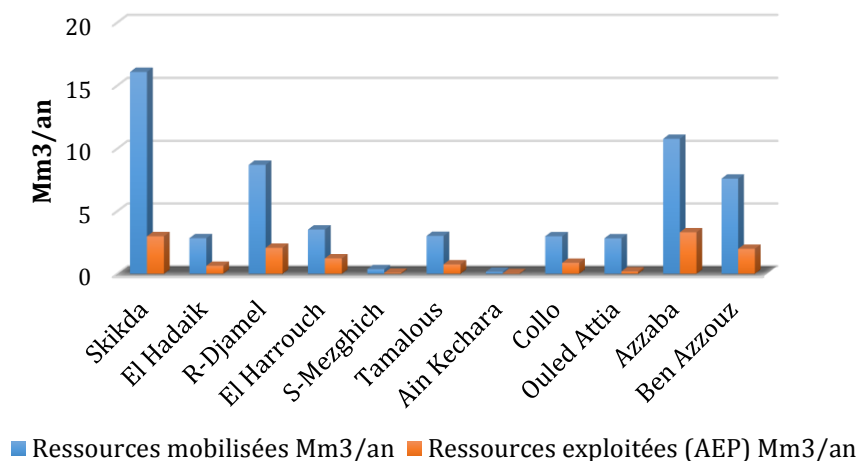


Figure II.07 Répartition par Dairas des ressources souterraines (Mm³/an).

III. Situation actuelle de l'AEP dans la wilaya de Skikda

La situation de l'approvisionnement en eau potable dans la wilaya de Skikda est moyennement bonne, le volume mobilisé en Mm³/an dans la totalité de la wilaya est de 59 Mm³/an (décembre 2005) et celui distribué est de l'ordre de 14 Mm³/an repartie sur chaque Daïras selon leurs besoins avec une dotation théorique variable de 150 à 180 l/j/hab fixée par le Ministère de l'équipement.

Le taux de raccordement ne dépassant pas 80% dans la plus part des Daïras avec un taux de perte sur réseau qui est estimé de 20 à 40% l'état du réseau est donc classe de moyen à mauvais dans certaines daïras. [BEN RABAH, 2006]

Actuellement, la plus part des daïras de la wilaya sont alimentées par les eaux des quatre barrages sauf pour quelques-unes qui sont alimentées par les eaux de forages.

La majeure partie des eaux superficielles de la région de Skikda (eau de barrages) est acheminée vers les stations de traitement Hamadi Krouma, Zerdazas, Guenitra et Beni Zid.

Une partie des eaux du barrage de Guenitra est refoulée vers la station de traitement de Guenitra située dans la daïra d'Oum Toub et l'autre partie vers la station de Hamadi Krouma après traitement elles seront distribuées pour la ville de Skikda et sa zone industrielle.

Les eaux provenant du barrage de Zerdazas sont refoulées vers la station de traitement de Zerdazas, après traitement elles vont alimenter El Harrouch, Zerdazas, Ain Bouziane, Salah Bouchaour et Emjez Edchich avec un total distribué de 10050 m³/j (3.67 Mm³/an), pour des besoins de 16152 m³/j (5.90 Mm³/an).

Le barrage de Zerdazas a été relié au barrage de Guenitra pour faire face aux besoins de la ville de Skikda, cumulés à ceux de l'industrie pétrochimique et de l'irrigation de la vallée de Safsaf. Suite à la sécheresse de 2002, une autre conduite a été déployée pour relier ce système au nouveau barrage de Zit Emba, destiné à l'irrigation.

Les eaux du barrage de Zit Emba sont traitées au niveau de la station de Hamadi Krouma, ensuite elles sont acheminées pour alimenter la région de Collo, chaque jour 24000 m³ d'eau sont traitées et peuvent même aller jusqu'à 30000 m³/j (11 Mm³/an).

Les eaux du barrage de Beni Zid sont traitées au niveau de la station de traitement de Beni Zid en raison de 25000 m³/j (9.12 Mm³/an). Actuellement seulement 17000 m³/j (6.20 Mm³/an) sont traitées ensuite refouler pour les besoins des régions de Azzaba, Beni Zid, Cheria et

Kerkera à raison d'un volume distribué de 54100 m³/j (1.97 Mm³/an), pour des besoins de 7977 m³/j (2.91 Mm³/an).

Tableau II.08 Situation de l'approvisionnement en eau potable (souterraine)

Daira	Volume Distribué (Mm ³ /an)	Dotation Théorique (l/j/hab.)	Dotation Réelle (l/j/hab.)	Taux de Raccordement (%)	Taux de Perte (%)
Skikda	2.995	160	140	94	20
El Hadaik	0.63	150	130	90	30
R-Djamel	2.07	160	130	85	35
El Harrouch	1.227	160	110	80	30
S-Mezghich	0.073	160	80	80	35
Tamalous	0.748	160	100	70	35
Ain Kechara	0.039	150	110	70	35
Oum Toub	-	160	120	80	30
Collo	0.87	160	100	80	20
Zitouna	-	150	90	85	13
Ouled Attia	0.183	150	90	70	20
Azzaba	3.307	160	100	90	10
Ben Azzouz	1.987	150	90	95	5
Total	14.137				

Source : Monographie wilaya de Skikda 2016

III.1. Les Potentialités Hydrologiques de la Wilaya de Skikda

Tableau II.09 Récapitulatif des capacités hydriques en eau souterraine et superficielle dans la wilaya de Skikda.

Eaux superficielles en (Mm ³ /an)				Eaux Souterraines (Mm ³ /an)	Total Mobilisé (Mm ³ /an)
Oueds	Barrages	Retenues collinaires	Station de dessalement	Forages	
1070	292	1.47	3.65	59	356.12

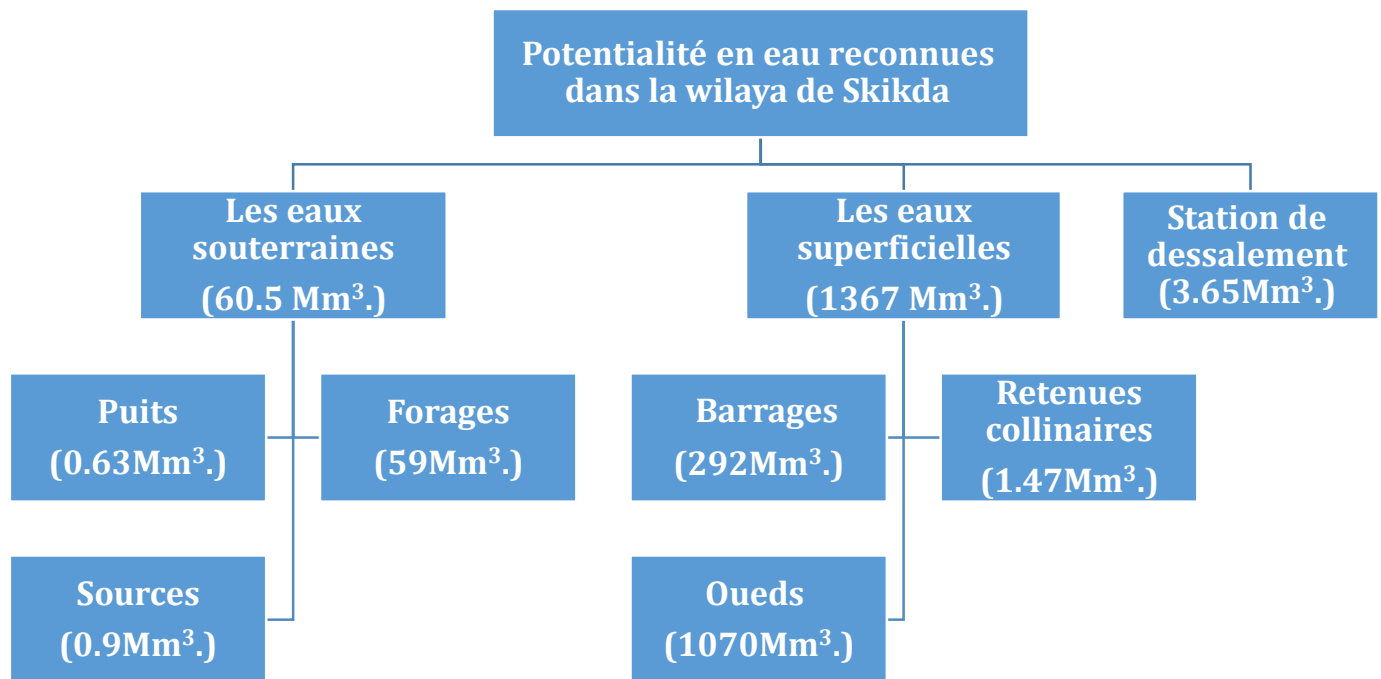


Figure II.8.Schéma récapitulatif du potentiel hydrique dans la wilaya de Skikda.

Conclusion

La wilaya de Skikda recèle d'importantes potentialités hydriques. Son climat favorable ont permis une bonne installation d'un réseau hydrographique assez dense ainsi qu'un système aquifère très important.

La connaissance des ressources disponibles, et de leur variation dans le temps et l'état d'autres conditions physiques et socioéconomiques constituent un primitif fondamental pour une meilleure planification de projets d'eau durables et économiquement efficaces.

Chapitre: III

Matériel et Méthode.

Introduction

Le logiciel WEAP est utilisé pour la planification de l'exploitation de toutes les ressources en eau que ce soit eau de pluie, eau de surface ou eau souterraine. C'est un logiciel de modélisation hydrologique pour la gestion intégrée et durable des ressources en eau.

I. Description du Logiciel

Le WEAP est déjà utilisé dans divers pays, y compris les Etats-Unis, le Mexique, le Brésil, l'Allemagne, le Ghana, le Burkina Faso, le Kenya, l'Afrique du Sud, la Mozambique, l'Egypte, l'Oman, l'Asie centrale, le Sri Lanka, l'Inde, le Népal, la Chine, la Corée du Sud, et la Thaïlande (carte d'utilisation de WEAP).

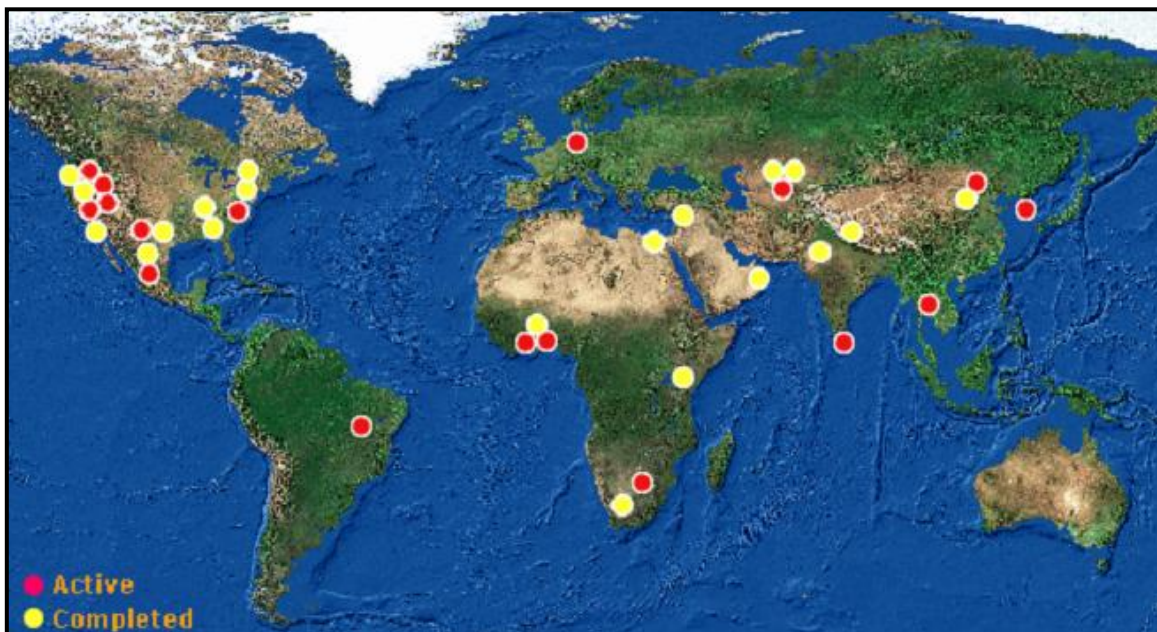


Figure III.1 (Source : Tutorial de logiciel WEAP 2008)

I.1. Présentation du logiciel WEAP

Le logiciel WEAP (Water Evaluation and Planning System) est un outil de simulation des ressources hydriques de surface et des eaux souterraines, basé sur les principes comptables d'équilibre de l'eau, crée par le "Stockholm Environment Institute" (SEI, en 2005). Il peut tester des ensembles alternatifs de conditions pour l'approvisionnement et la demande en eau. Le WEAP est un logiciel qui utilise une approche intégrée de la planification des ressources hydriques. Il a connu une série de développements au cours de ses 20 années de vie. Le WEAP essaie de combler le vide entre la gestion de l'eau et

l'hydrologie du bassin, et l'exigence qu'un modèle intégré et efficace sur les ressources hydriques soit utile, facile à utiliser, abordable et facilement disponible pour la communauté étendue des ressources hydriques. Il fournit également des fonctionnalités avancées qui permettent un accès rapide à d'autres modèles et logiciels, tels que MODFLOW, Excel, etc. La flexibilité de l'outil à s'adapter à différents niveaux de disponibilité des données et son interface conviviale graphique en font un outil approprié à utiliser dans la wilaya de Sétif où les données peuvent être rares et les conflits entre les différents usagers de l'eau sont élevés.

Le WEAP intègre plusieurs processus hydrologiques physiques avec la gestion des demandes et des infrastructures installées de manière cohérente. Il permet une analyse de plusieurs scénarii, notamment les scénarii climatiques alternatifs et les facteurs de stress anthropogènes évolutifs, tels que les variations de l'utilisation des terres, les changements de la demande municipale et industrielle, les règles alternatives d'exploitation et les changements des points de déviation. La force du WEAP réside dans le traitement des problèmes de planification de l'eau et d'affectation des ressources et, il est important de noter qu'il n'est pas conçu pour être un modèle détaillé d'exploitation de l'eau pouvant être utilisé pour optimiser l'énergie hydraulique sur la base de prévisions hydrologiques, par exemple. WEAP est décrit par une priorité des demandes définies par l'utilisateur et des préférences d'approvisionnement fixées pour chaque site de demande et utilisées pour construire une routine d'optimisation qui affecte les fournitures disponibles. Les demandes sont définies par l'utilisateur, mais comprennent généralement la demande municipale et industrielle, les parties irriguées des sous-bassins et les besoins de flux environnementaux.

L'analyse de la demande dans le WEAP qui n'est pas couverte par la demande d'irrigation basée sur l'évapotranspiration suit une approche désagrégée, basée sur l'utilisation finale, pour déterminer les besoins en eau de chaque nœud de demande.

Les informations économiques, démographiques et d'utilisation de l'eau sont utilisées pour construire des scénarii alternatifs qui examinent la façon dont la consommation totale et désagrégée de l'eau évolue au fil du temps. Ces scénario de demande sont calculés dans le WEAP et appliqués de façon déterministe à un algorithme d'affectation basé sur un programme linéaire.

L'analyse de la demande est le point de départ pour conduire une analyse intégrée de la planification de l'eau, étant donné que tous les calculs d'approvisionnement et de ressource dans le WEAP sont menés par la routine d'optimisation qui détermine la livraison finale à chaque nœud de demande, selon les priorités spécifiées par l'utilisateur. Il est important de noter qu'il existe une suite d'assistance en ligne et de documents de formation, notamment des tutoriels en anglais, chinois, espagnol, français et farsi et un forum de discussion en ligne (en anglais).

Il existe également une liste étendue de publications couvrant son application dans plusieurs contextes de planification de l'eau, notamment des études spécifiques des répercussions et de l'adaptation au changement climatique, nombre d'entre elles pouvant être téléchargées à partir du site internet de WEAP. Il existe également des cours de formation réguliers et un réseau de départements universitaires qui englobent le WEAP dans leur cursus, et ont par conséquent une expertise nationale du logiciel.

<<http://www.weap21.org/>>.

I.2. Acquisition du logiciel WEAP

Le logiciel WEAP est téléchargeable sur site : <http://www.weap21.org>. Il est fonctionnel excepté que le dispositif «économiser données» est handicapé. Une version démo du logiciel est accessible à tout le monde. Par contre, pour le fonctionnel, il faut obtenir un permis ou licence d'utilisation pour les types d'utilisateur. Pour l'obtention, il faut remplir et envoyer un formulaire. Le SEI (Stockholm Environment Institute) envoie par e-mail le nom d'utilisateur et un code d'enregistrement, les instructions pour activer le logiciel WEAP et pour permettre le dispositif "économiser données" fonctionnel. Il est préférable que l'ordinateur soit relié à l'internet car le WEAP à un forum d'utilisateur sur le site : <http://forums.seib.org/weap>. Il faut un pseudo et un mot de passe pour entrer dans ce forum. Le forum peut aider l'utilisateur pendant la mise en marche du logiciel, le traitement de données et la mise à jour du logiciel. Le permis d'utilisation est valide pour une durée déterminée.

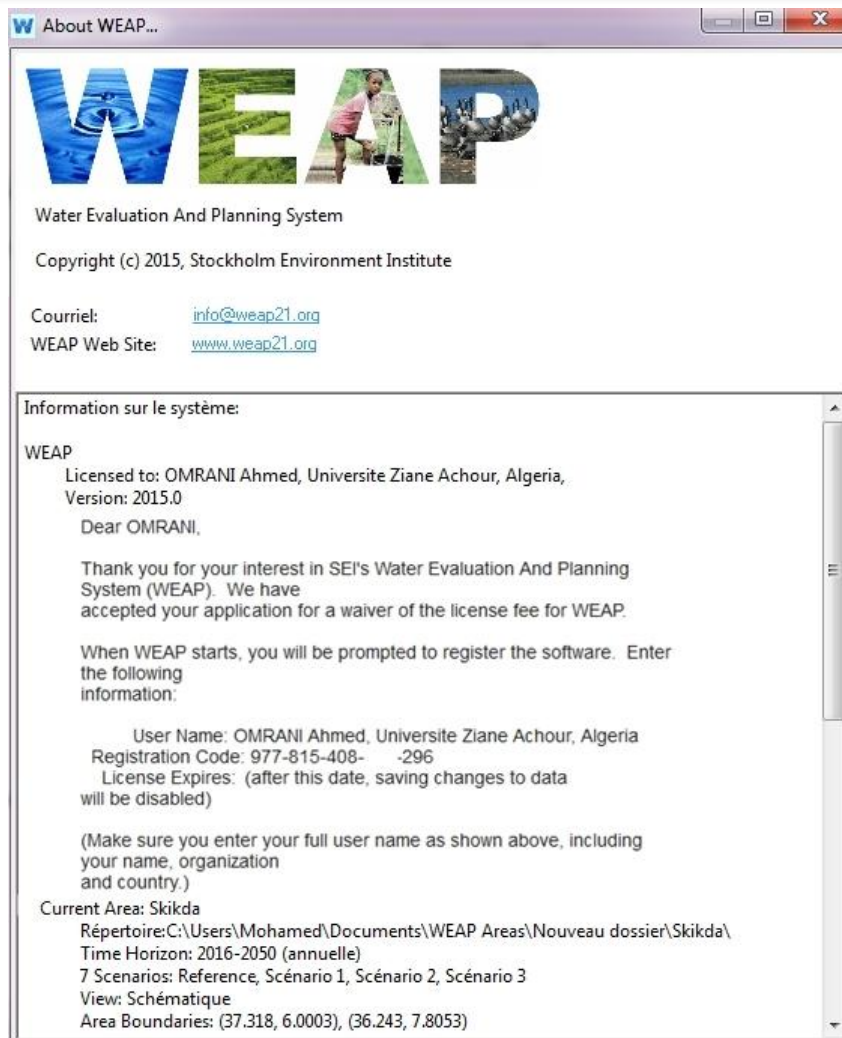
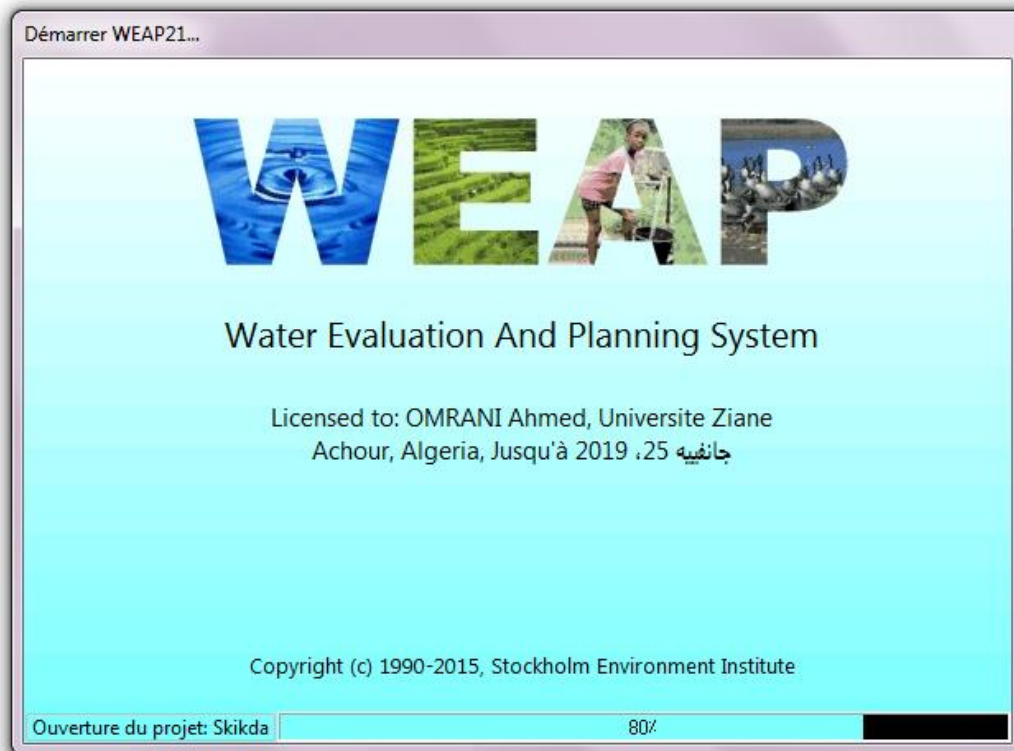


Figure III.2. License WEAP acquise à partir du SEI (Stockholm Environnement Institute).

I.3. Application du modèle WEAP dans Wilaya de Skikda

I.3.1. Cartographie

Dans le programme WEAP il existe déjà une carte du monde où on peut choisir et créer la zone d'étude (**Fig.III.3**). Ensuite on va ajouter une carte à vecteur à notre zone d'étude, cette carte peut nous aider pour orienter et construire notre système et raffiner les limites du projet. Les données vecteur fond de plan peuvent être ajoutées en cliquant sur « Add Vector Layer ».

WEAP lit l'information vectorielle dans le format « Shapefile ». Ce fichier de format peut être créé par la majorité des logiciels SIG (Arc view, Arc Gis, etc.). En sélectionnant la carte de wilaya de Skikda et après on a créé la carte du nouveau projet nommé "Skikda". (**Fig.III.4**).

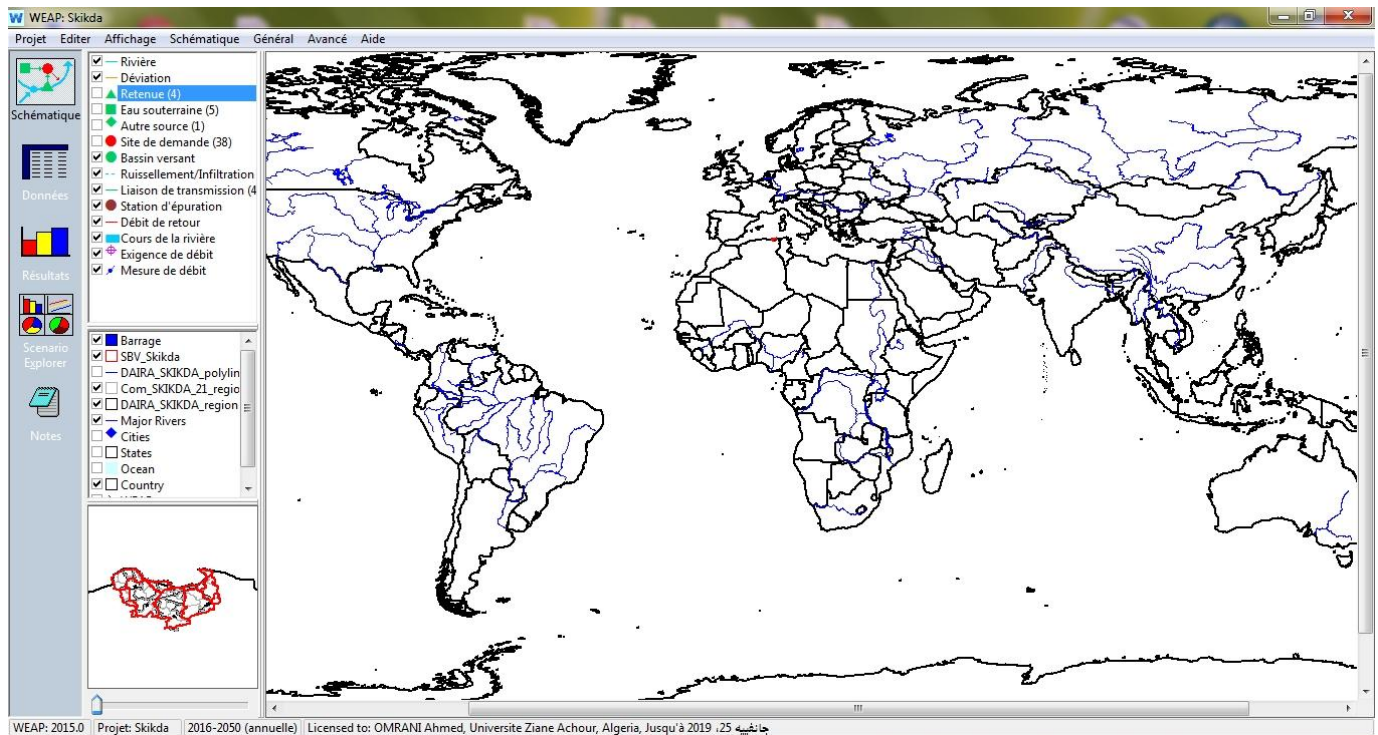


Figure III.3. Carte du monde dans le logiciel WEAP.

I.3.2. Réglage des paramètres généraux

Dans cette partie, les paramètres temps devraient être réglés. Créer une année de comptes courants pour le projet. Dans cette étude, nous limitons entre 2016-2050 pour toutes informations sur le système (sites de demandes, données d'approvisionnement, etc.).

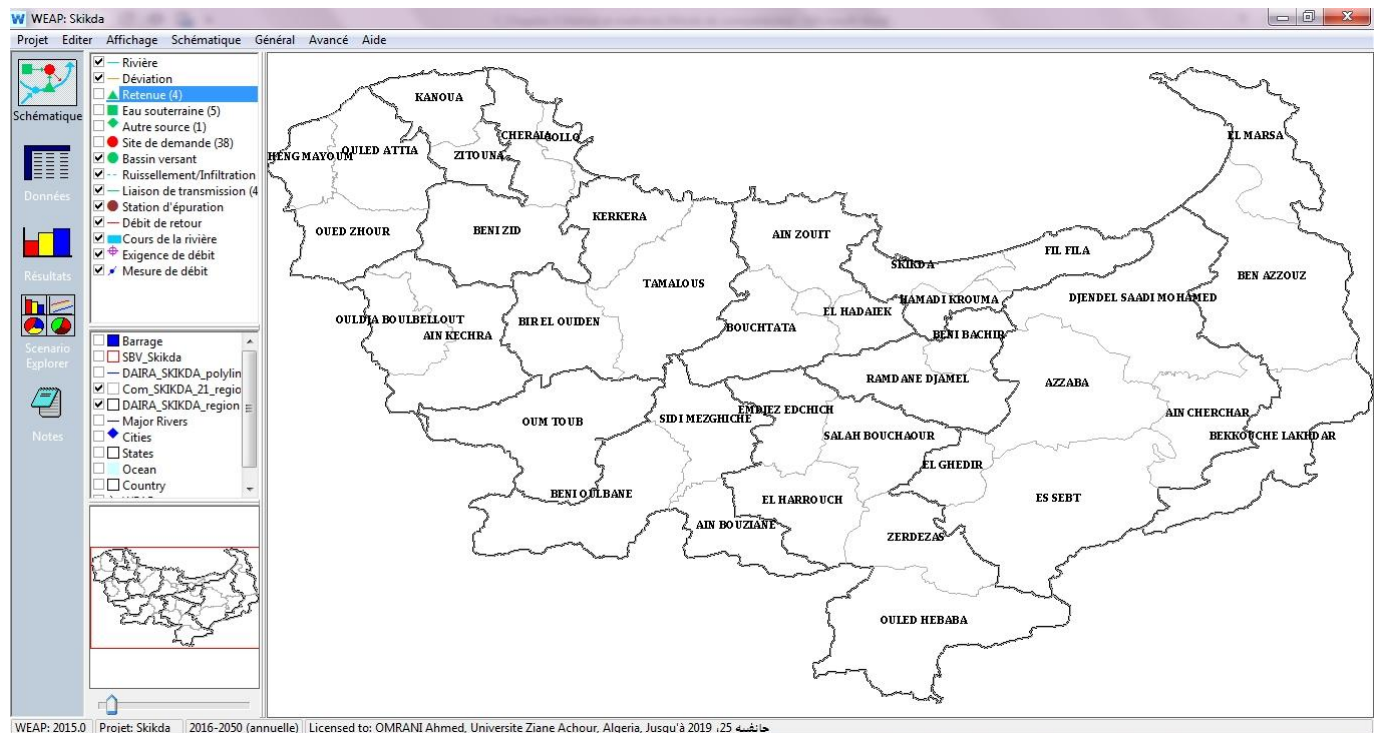


Figure III.4. Carte de la wilaya de Skikda par Daïra sous WEAP.

I.3.3.Fonctionnement du logiciel

Le programme WEAP fonctionne donc suivant cinq (5) étapes :

I.3.3.a Création de la zone d'étude : Dans cette partie, il s'agit de créer une carte de la zone d'étude. On peut utiliser des cartes traitées avec des logiciels de traitement cartographique (SIG) en Arcview. Cette carte va servir comme fond des dessins des éléments nécessaires pour pouvoir faire la simulation tels que : les emplacements urbains, les rivières, les sources d'eaux souterraines, les réservoirs, les barrages.

I.3.3.b Création des hypothèses clés et références : Puisque le logiciel pourrait faire une simulation basée sur des calculs. Il est donc primordial de créer la base de données avec les différentes hypothèses clés et les différents scénarios.

I.3.3.b.1 : Hypothèses clés : Ce sont des variables définies par l'utilisateur du logiciel qui servent de clés principales pour faire l'analyse. Dans notre étude, nous avons (05) hypothèses clés servant comme données de base pour le logiciel.

I.3.3.b.2 : Références : Il est nécessaire d'avoir une année ou une période de référence pour servir de modèle. Toutes les données à utiliser doivent être comprises entre cette année ou période de référence.

I.3.3.c Proposition des Scénario : Dans WEAP, le scénario typique est composé de trois étapes une année de compte courant choisie comme année de référence du modèle dont on

II. Analyse et traitement des données nécessaires

Etant donné que le modèle WEAP est un outil informatique permettant de planifier la gestion intégrée des besoins en eau, la gestion intégrée des ressources en eau nécessite certaine connaissance aussi parfaite que possible sur : - La réserve et la ressource en eau, - Les sites de l'offre ou captage, - Les sites de demandes. Des données collectives à ces points ont été collectées au niveau de certaines institutions travaillant dans le secteur de l'eau et de l'assainissement dans le bassin, ainsi que dans des organismes régionaux. On numérise les sites de demande et les sites de l'offre : eaux souterraines exploitées (forages, puits) et on saisit les données nécessaires pour chaque utilisateur en cliquant droit sur les emplacements numérisés.

II.1. Sites des demandes

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

➤ Avant d'entrer les données il faut choisir l'unité, dans la fenêtre « Unité d'activité », sous le champ « Unité », nous avons choisi « Personne pour AEP » et cliquer sur « OK ».

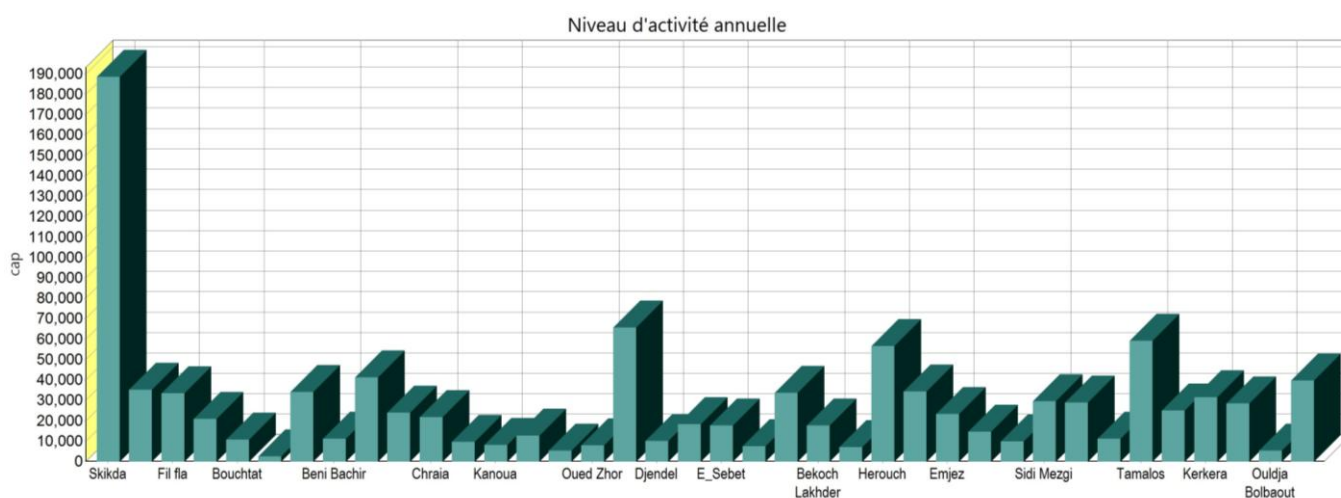


Figure III.6. Niveau d'activité annuelle des sites des demandes domestiques.

- La consommation annuelle c'est la consommation de l'eau annuelle moyenne par unité d'activité. WEAP affiche le dénominateur (personne, dans l'exemple au-dessous) accentuer que c'est un taux par unité, pas le montant total d'eau a utilisé. Cliquer sur la fenêtre « Consommation d'eau annuelle ». Nous avons choisi une dotation de l'ordre de "m³/Person/an."

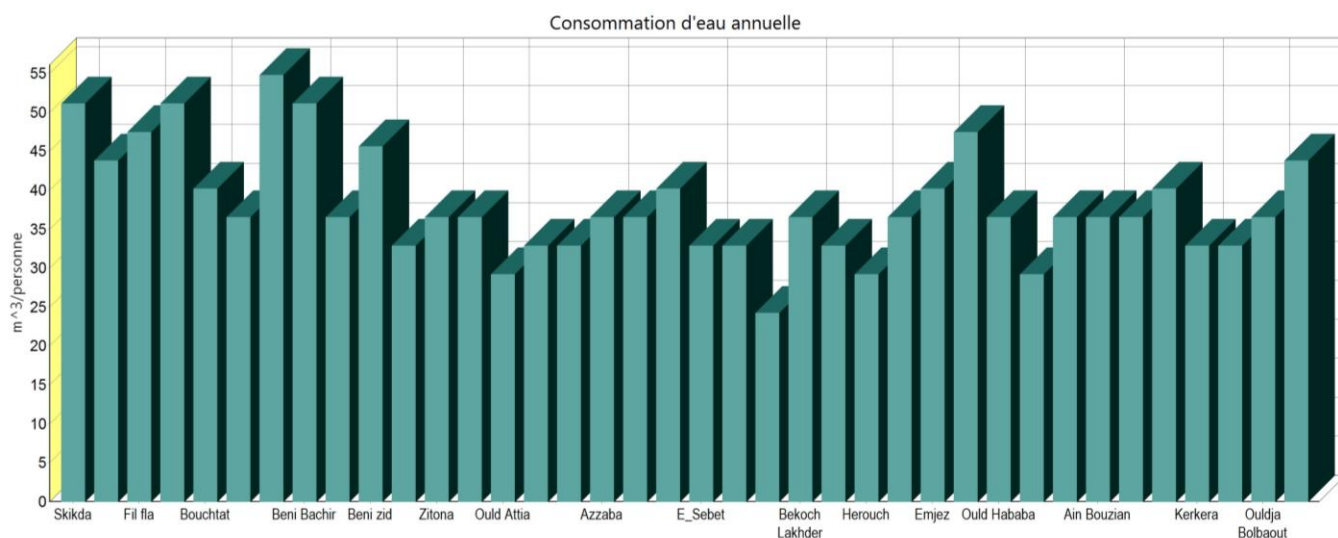


Figure III.7. Consommation annuelle des sites des demandes domestiques -Compte d'état actuel, 2016-

- Le taux de consommation ou le pourcentage du débit d'entrée consommé, cliquer sur la fenêtre « Consommation » et entrer 10 sous le champ nommé « 2016 ». Noter que l'unité est prédéfinie en pourcent (%).

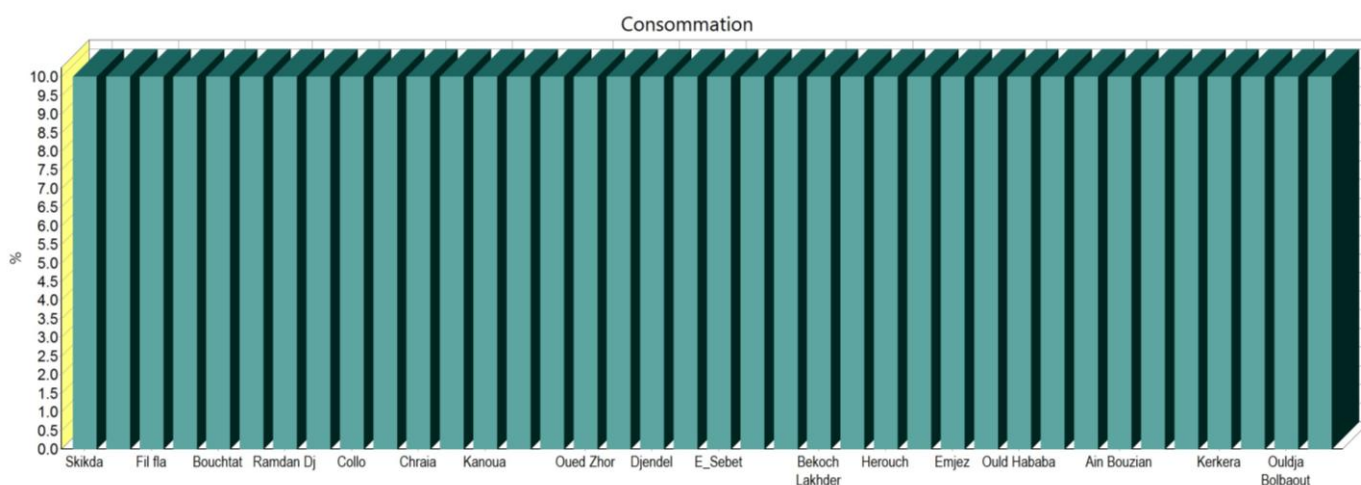


Figure III.8. Le taux de consommation du débit d'entrée consommé -Compte d'état actuel, 2016-

II.2. Sites de l'offre

- la capacité de stockage qui indique la capacité maximale théorique de l'aquifère.
- la quantité maximale ou Prélèvement maximal qui peut être prélevé de l'aquifère par les forages (c'est t-à-dire la capacité de pompage annuel).

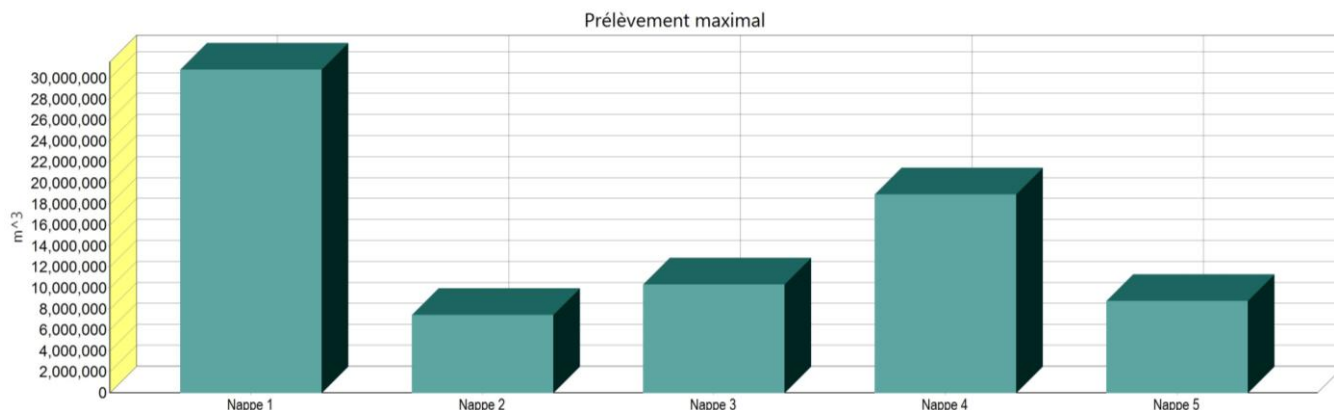


Figure III.09. Prélèvement Maximum annuel des eaux souterraines
-Compte d'état actuel, 2016-

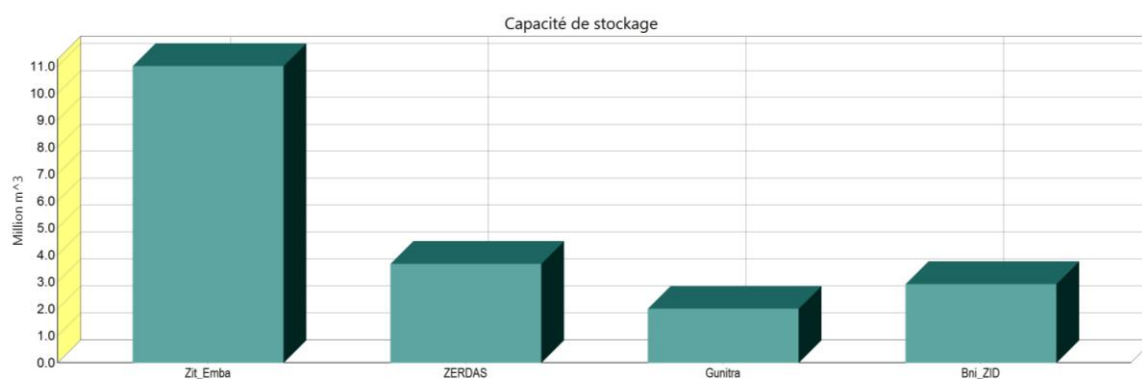


Figure III.10. Capacité de stockage des Barrages
-Compte d'état actuel, 2016-

II.3. Règles de liaison

- Débit maximal annuelle (en volume), cliquer sur le bouton règles maximal volume ; et entrer le débit, après avoir choisie (m³/année) comme unité.

II.4. Création des hypothèses clés

Dans WEAP, l'effort typique de modélisation des scénarios consiste en trois étapes. En premier lieu, une année est choisie pour servir comme année de base pour le modèle «Comptes Actuels» ; Les comptes Actuels étaient définis par les données que vous aviez introduites lors des modules précédents.

Un scénario de référence « Référence » est établi à partir des Comptes actuels pour simuler la même évolution du système sans intervention. Finalement, des scénarios « Quoi si » peuvent être créés pour changer le scénario « Référence » et évaluer les effets des changements des politiques et/ou des technologies.

Dans notre cas, Hypothèses principales sont créées :

- ✓ Taux d'accroissement de la population faible 1.1%
- ✓ Taux d'accroissement de la population forte 3.2%
- ✓ Dotation Actuel 110 l/j/personne.
- ✓ Dotation Sècheresse 60 l/j/Personne.
- ✓ Dotation Selon l'OMS 150 l/j/Personne.

Il faut noter que WEAP possède une fonction qui permet de calculer automatiquement le nombre de population future. Le logiciel modélise automatiquement les besoins en eau futur en fonction des utilisateurs.

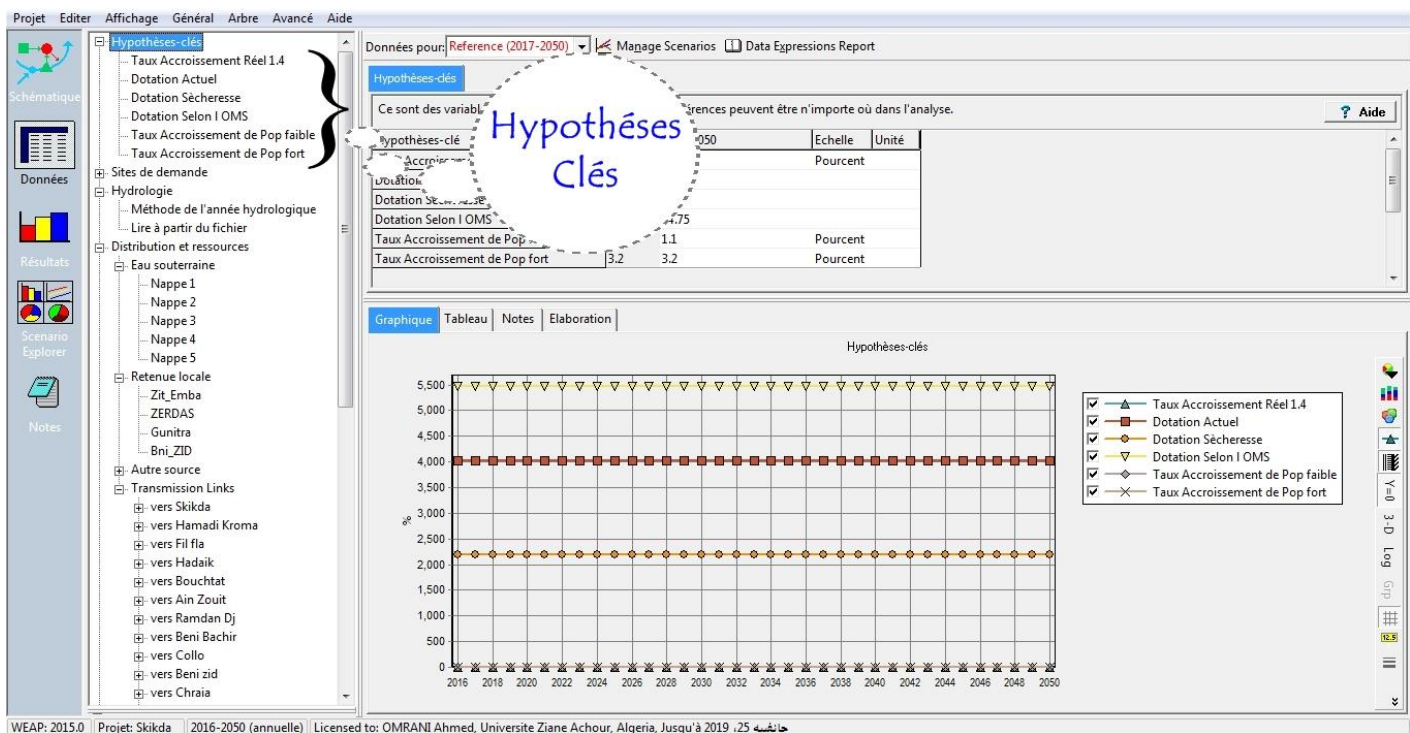


Figure III.11. Les hypothèses clés dans la WEAP
-Compte d'état actuel, 2016-

II.4.1. Changement d'horizon de temps du secteur

Le compte courant est créé depuis que nous avons créé la zone d'étude. On change juste l'année de la fin des scénarios. En choisissant comme compte courant (l'année 2016) et année de fin des scénarios 2050.

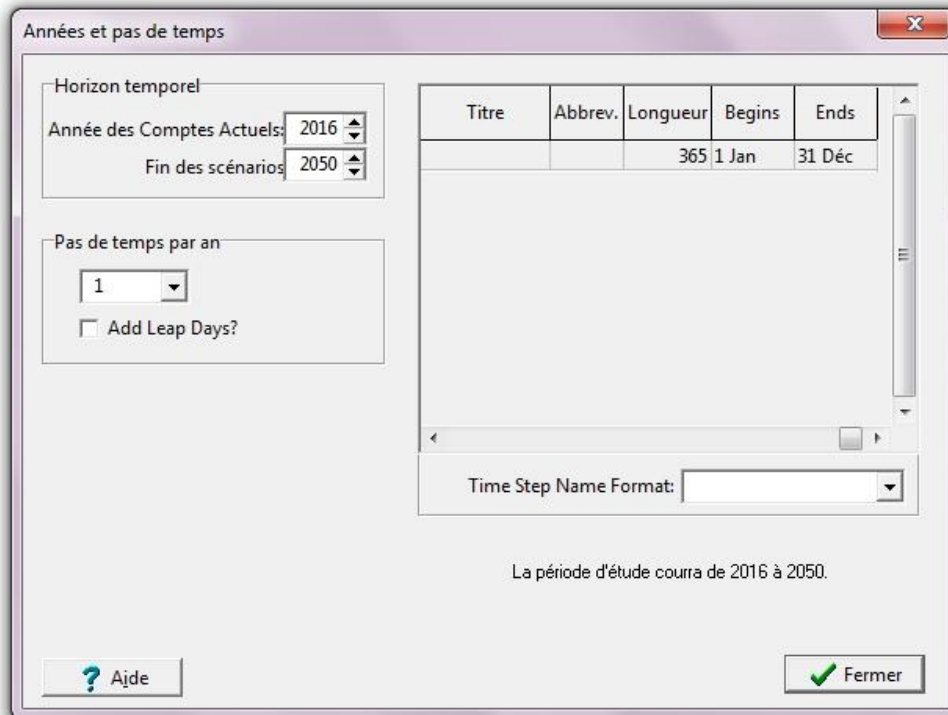


Figure III.12. L'horizon de calcul pour le scénario.

II.4.2. Création des scénarios

Le scénario « Référence » existe déjà. On Change sa description dans le menu « Projet/Gérer les scénarios » pour refléter son actuel rôle. Noter que nous devons être dans la Vue « Données » ou dans la Vue « Schématique » pour avoir l'accès à l'option « Gérer les Scénarios » du menu Projet.

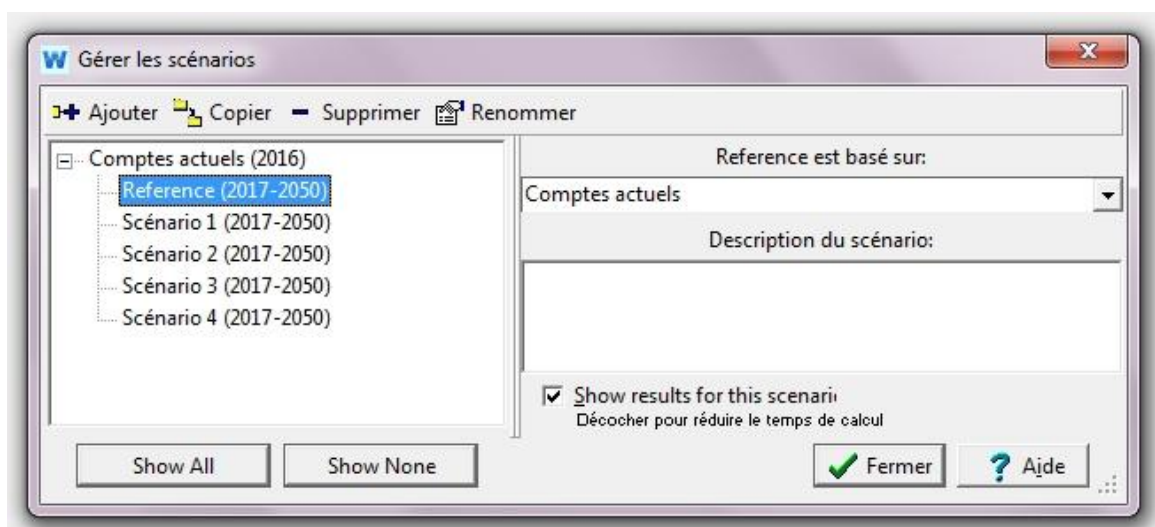


Figure III.13. Scénario de base.

II.4.3. Exécuter le Scénario « Référence »

L'évaluation de l'impact des principaux facteurs, en vue d'une approche intégrée du développement de l'approvisionnement en eau dans le contexte de la demande en eau, de sa qualité et la préservation des écosystèmes, est entrevue à travers la création de scénarios ou variantes dans le modèle WEAP. Ces scénarios sont élaborés par l'introduction d'expressions mathématiques sous formes d'hypothèses clés traduisant les différents cas de figures à examiner.

Rappelons que l'année « Compte actuel ou initial » sert d'année de base pour le programme. La variante de « Référence » représente une évolution simulée sans aucune influence à partir de l'année « Comptes actuels ».

Notons que de nombreuses variantes peuvent être créées et simulées par l'introduction des modifications sur la variante de « Référence » pour évaluer les effets dus aux changements des règles et technologies de gestion.

Dans le but d'enrichir notre modèle et pour faire une meilleure prévision à long terme, nous avons établi les scénarios suivants :

- ✚ Scénario 1 : "Un Taux d'accroissement de la population faible" de l'ordre de 1.1 % avec une dotation Sècheresse 60 L /j/habitant, et qui correspond à 21.9m³/habitant/an.
- ✚ Scénario 2 : Nous avons modifié le taux d'accroissement "Un Taux d'accroissement de la population fort" de l'ordre de 3.2 % avec une dotation Sècheresse 60 L /j/habitant, et qui correspond à 21.9m³/habitant/an.
- ✚ Scénario 3 : "Un Taux d'accroissement de la population faible" de l'ordre de 1.1 % avec une dotation Selon l'OMS 150 L /j/habitant, et qui correspond à 54.75m³/habitant/an. ([Site officiel de l'OMS](#))
- ✚ Scénario 4 : "Un Taux d'accroissement de la population fort" de l'ordre de 3.2 % avec une dotation Selon l'OMS 150 L /j/habitant, et qui correspond à 54.75m³/habitant/an.

La planification par scénarios n'a pas pour objectif de produire une image précise du futur. Par contre, elle aide les groupes de décideurs à prendre des décisions stratégiques quant à leur avenir, à collaborer et à orienter leur action. Une bonne planification par scénarios permet aux groupes de décideurs de concevoir une stratégie pouvant être adaptée à plusieurs futurs possibles. Le point de départ de la planification par scénarios est la situation actuelle, décrite en termes de système, avec le problème, ou ensemble de problèmes, auquel les groupes de décideurs sont confrontés [SELLAMNA, 2010].

Organisation des scénarios dans WEAP

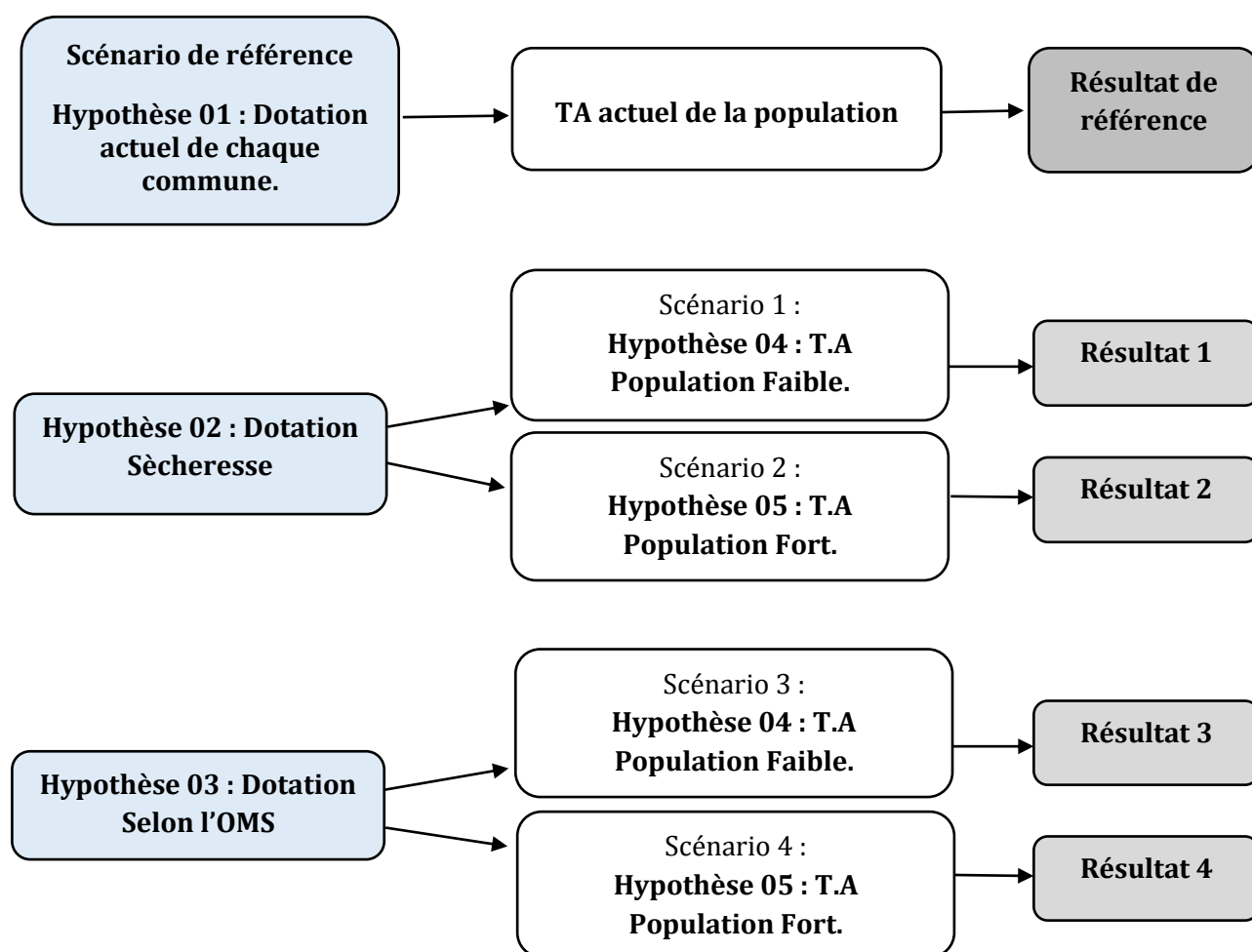


Figure III.14. Organisation des scénarios dans WEAP pour le modèle AEP.

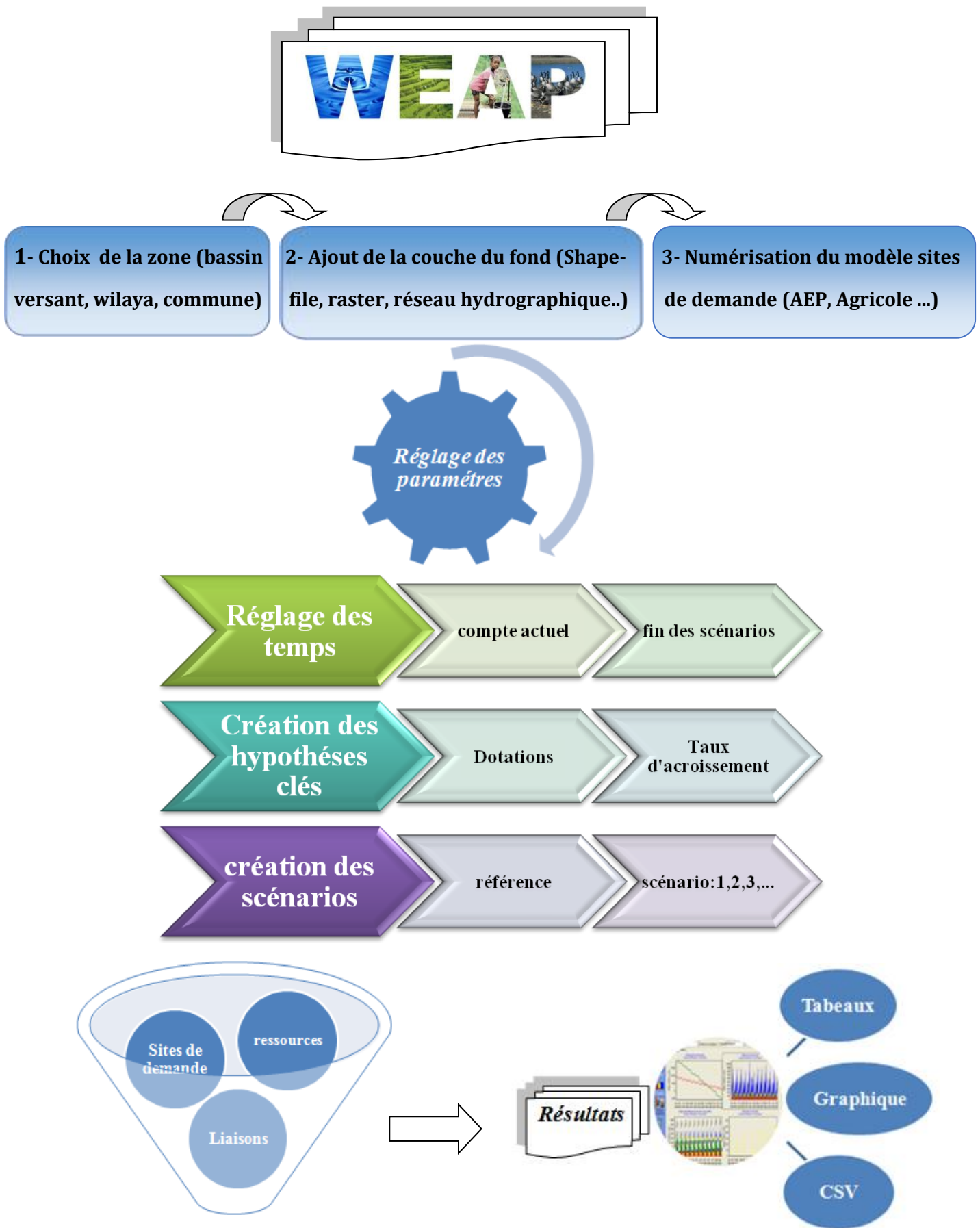


Figure III.15. Organigramme du fonctionnement du logiciel WEAP.

Conclusion

Par l'application du model WEAP sur notre zone d'étude, nous avons pu analyser avec les différents scénarios que nous avons créé un certain nombre de variantes à savoir la demande en eau, la demande non satisfaite, l'approvisionnement en eau etc. à l'aide des résultats obtenus avec le model WEAP nous pouvons évaluer l'impact du développement socio-économique futur sur les ressources en eau de la wilaya.

Chapitre: IV

Résultats et discussion.

Introduction

Les résultats obtenus sont analysés selon quatre volets, de façon à faire apparaître les différentes facettes de la demande : commentaire des demandes sectorielles simulées par WEAP selon les scénarios choisis, analyse de la demande globale, comparaison entre scénarios et enfin discussion des résultats.

I. Résultats

Les résultats de notre application sont basés sur la simulation d'un ensemble d'hypothèses de planification qui visent à équilibrer le bilan hydrique dans la région, en mettant en œuvre plusieurs variantes.

- ✚ Equilibre avec la planification actuelle,
- ✚ Equilibre avec des planifications projetées.

I. 1. Evolution de la demande en eau

On exécute le scénario « Référence et accroissement de la population » en cliquant sur la vue « Résultats ». Voir le graphique 3D de «Demande en eau et Demande non Satisfaite » (sélectionner « Total Annuel ») pour les sites de demande. Le graphique doit être similaire à celui en bas. Penser aux points suivants :

- Evolution de la demande en eau pour le Scénario référence.

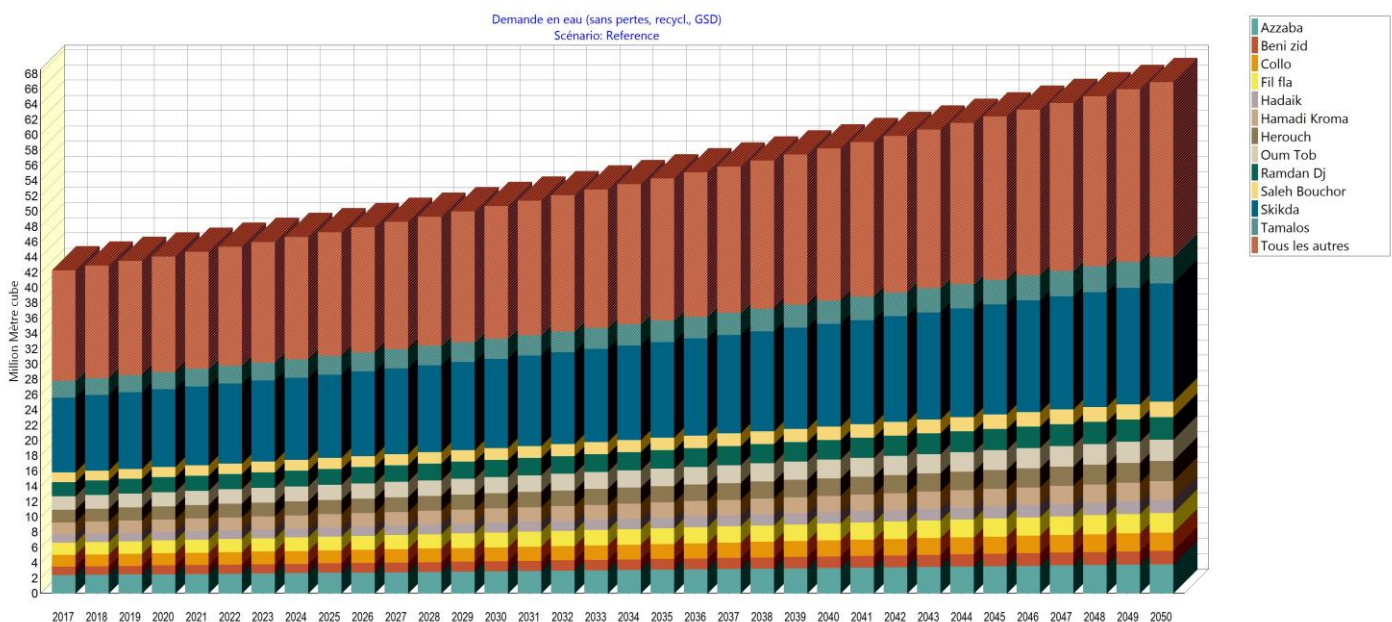


Figure IV.1. Evolution de la demande en eau pour le Scénario référence.

I.1.1. Scénario 1 : Le graphique de la figure ci-dessous présente l'accroissement de la demande en eau au scénario d'un faible accroissement de la population de l'ordre de 1.1 % avec une dotation 60 L /j/habitant.

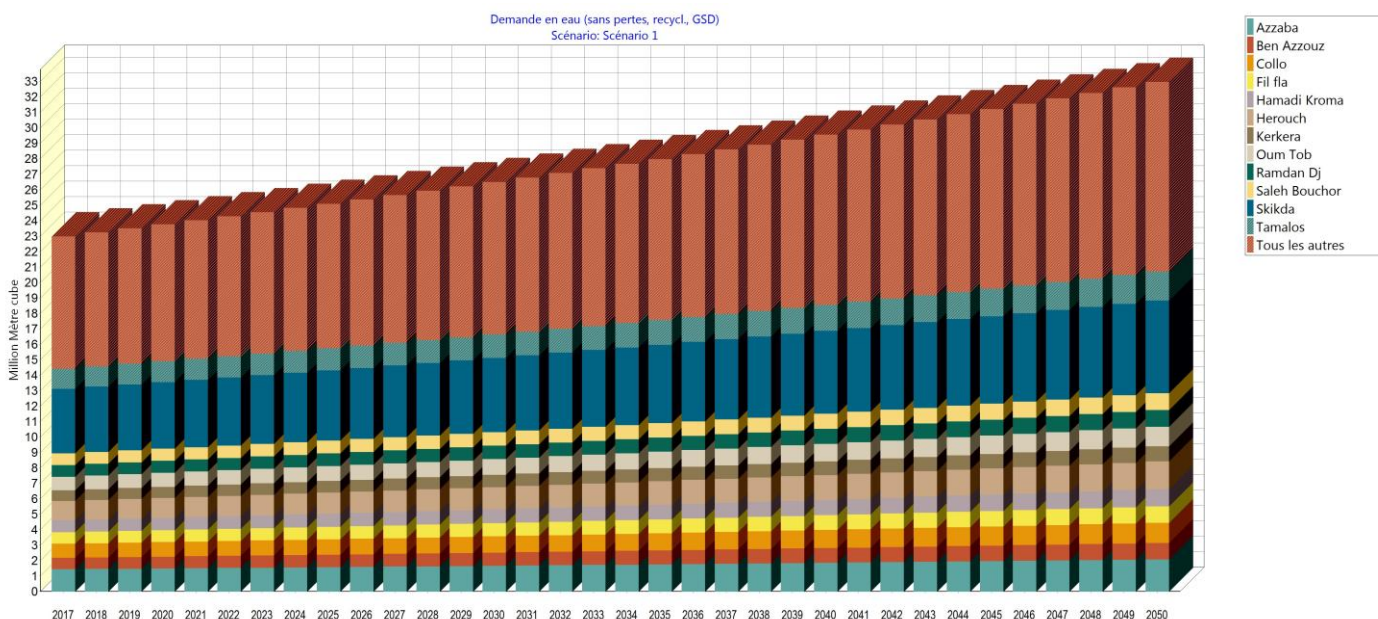


Figure IV.2. Evolution de la demande en eau pour le Scénario 1.

Cette figure montre que la demande en eau augmente régulièrement entre 2017 et 2050 : Elle atteint en 2030 un volume de 26.49 millions M³/an par rapport au scénario de référence qui était de l'ordre de 50.65 millions M³/an.

I.1.2. Scénario 2 : Dans ce scénario, le graphe présent au scénario d'un fort accroissement de la population de l'ordre de 3.2 % avec une dotation 60 L /j/habitant.

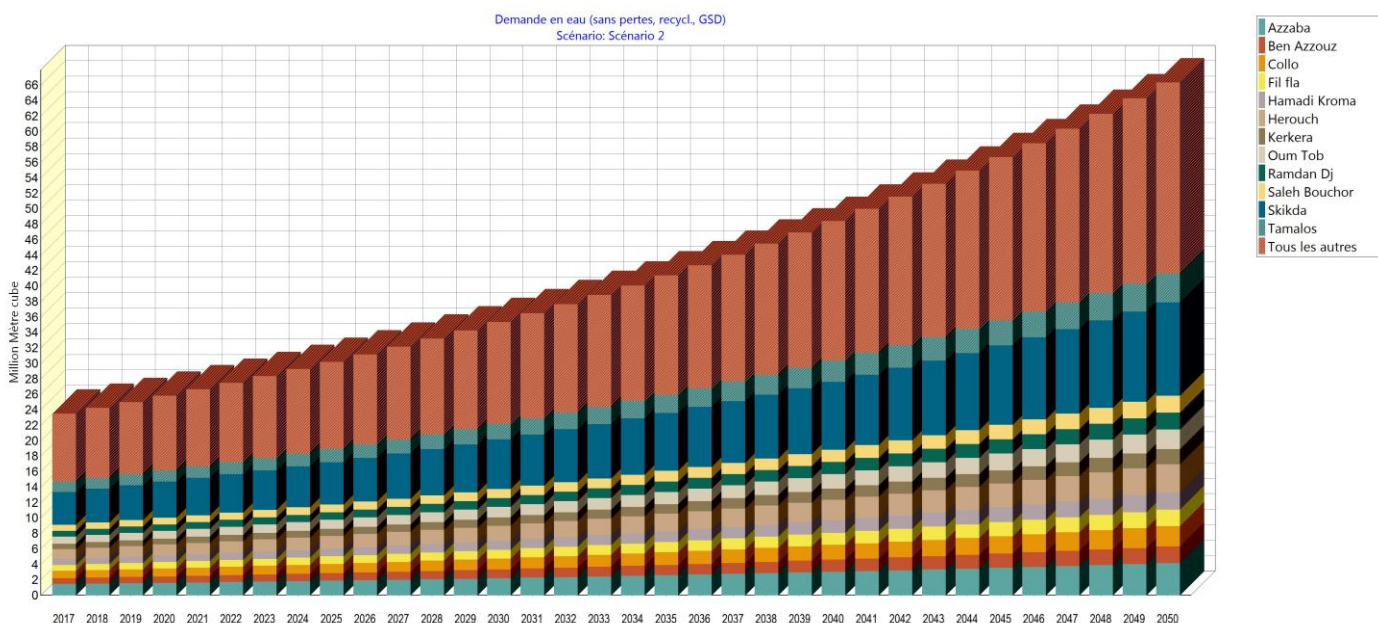


Figure IV.3. Evolution de la demande en eau pour le scénario 2

Cette figure montre que la demande en eau augmente régulièrement entre 2017 et 2050 : elle atteint en 2050 un volume de 66.32 millions M³/an par rapport au scénario de référence à raison de 66.88 Millions M³/an.

I.1.3. Scénario 3 : Le graphique de la figure ci-dessous présente l'accroissement de la demande en eau au scénario d'un faible accroissement de la population de l'ordre de 1.1 % avec une dotation Selon l'OMS 150 L /j/habitant.

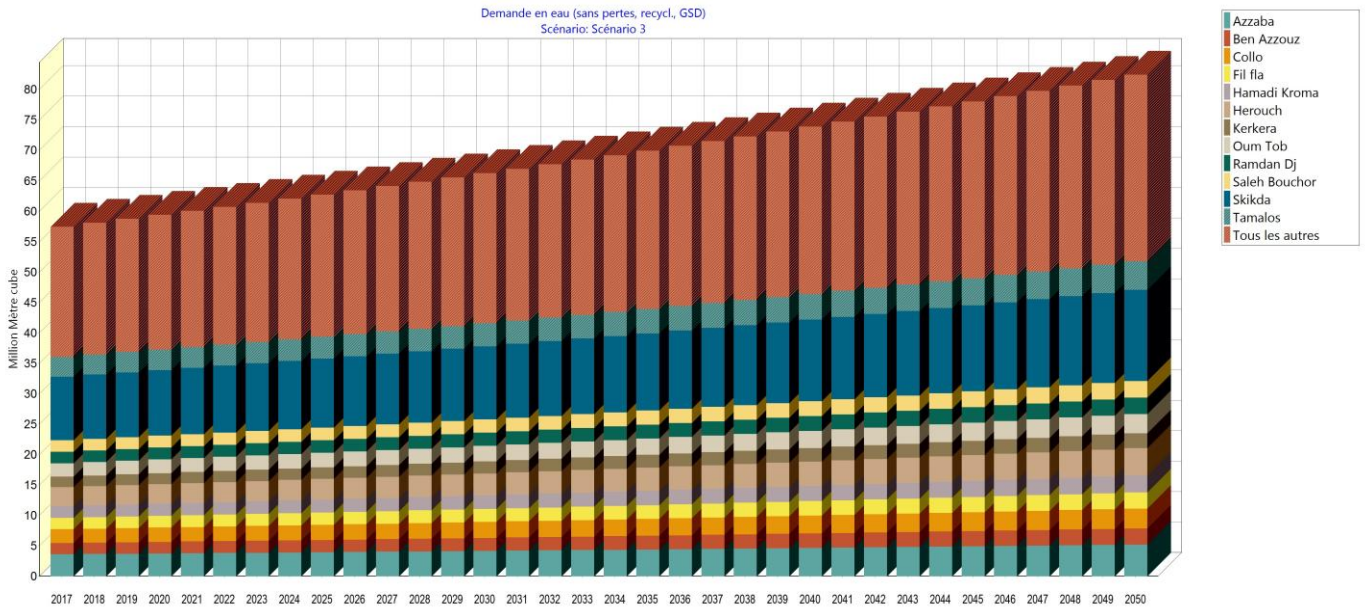


Figure IV.4. Evolution de la demande en eau pour le scénario 3

Quand à cette figure, montre que la demande en eau sera supérieure de 82 Millions de M³/an en 2050 par rapport au scénario de référence au lieu de 66.88 Millions de M³/an.

I.1.4. Scénario 4 : Le graphique de la figure ci-dessous présente l'accroissement de la demande en eau au scénario d'un fort accroissement de la population de l'ordre de 3.2 % avec une dotation Selon l'OMS 150 L /j/habitant.

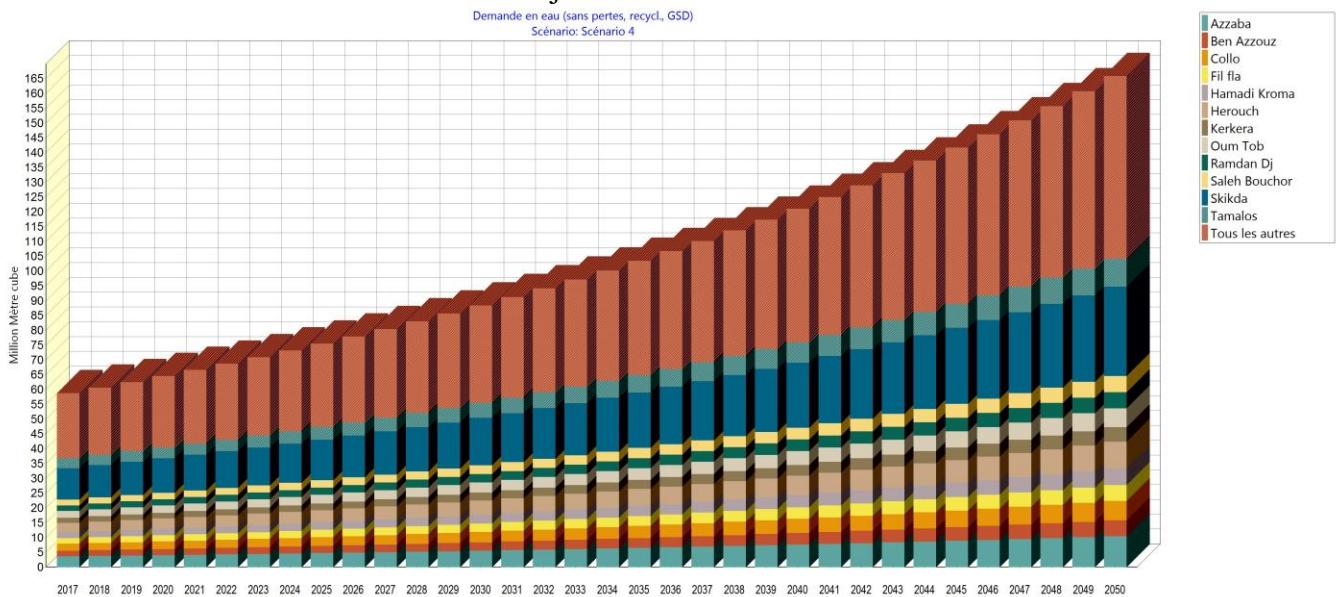


Figure IV.5. Evolution de la demande en eau pour le scénario 4

Quand à cette figure, montre que la demande en eau sera supérieure de 165 Millions de M³/an en 2050 par rapport au scénario de référence au lieu de 66.88 Millions de M³/an.

I.2. Comparaison entre les scénarios

I.2.1. Entre le scénario 1 et référence

Le graphique de la figure ci-dessous présente la comparaison entre deux scénarios, le scénario 1 (faible l'accroissement de la population de 1.1 % avec une dotation 60L /j/habitant) avec le scénario (référence).

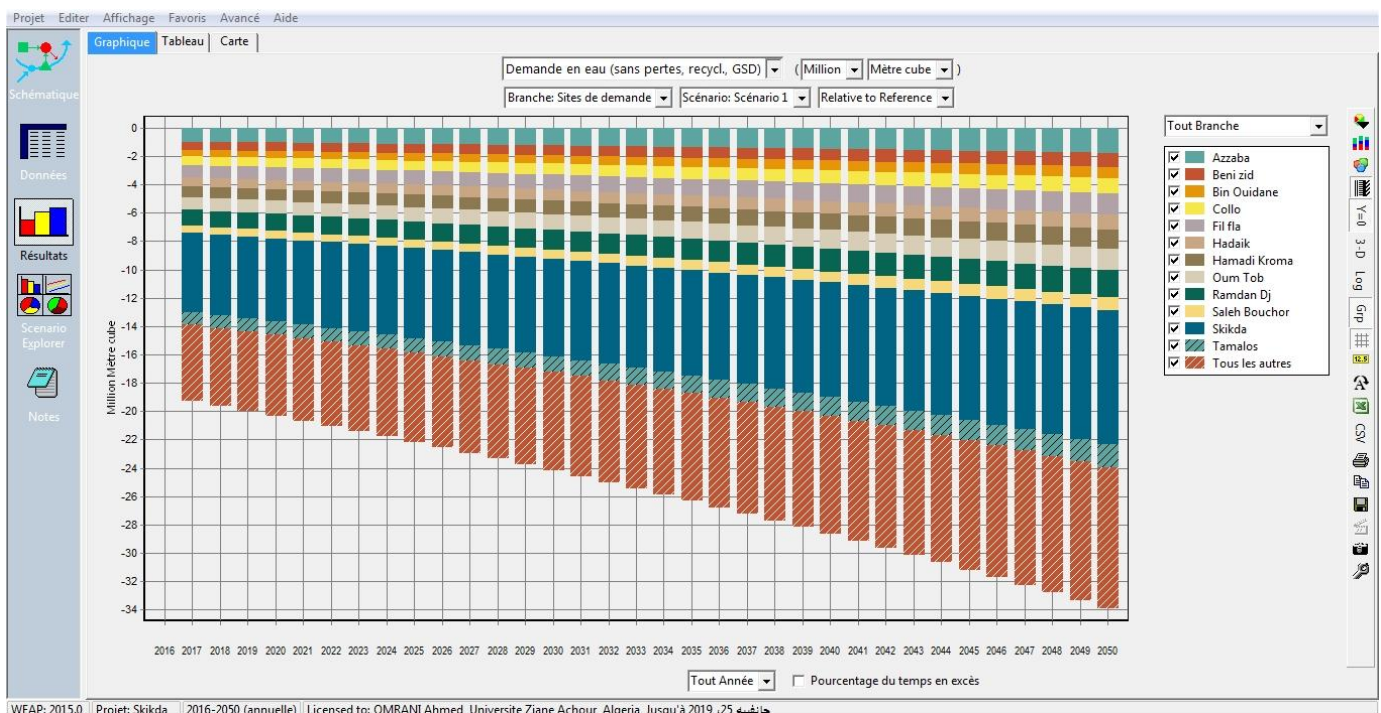


Figure IV.6. Comparaison entre Scénario 1 et référence.

La figure ci-dessus nous montre l'écart entre Scénario 1 et référence, la quantité que l'on peut gagner, si on utilise le scénario1 dans toute les communes de la wilaya de Skikda est de l'ordre de 19 million M³ en 2017 et 34 million M³ à la fin du scénario.

I.2.2 Entre le scénario 2 et référence

Le graphique de la figure ci-dessous présente la comparaison entre Scénario 2 et référence, (le scénario fort l'accroissement de la population de 3.2 % avec une dotation 60L /j/habitant) avec (la référence).

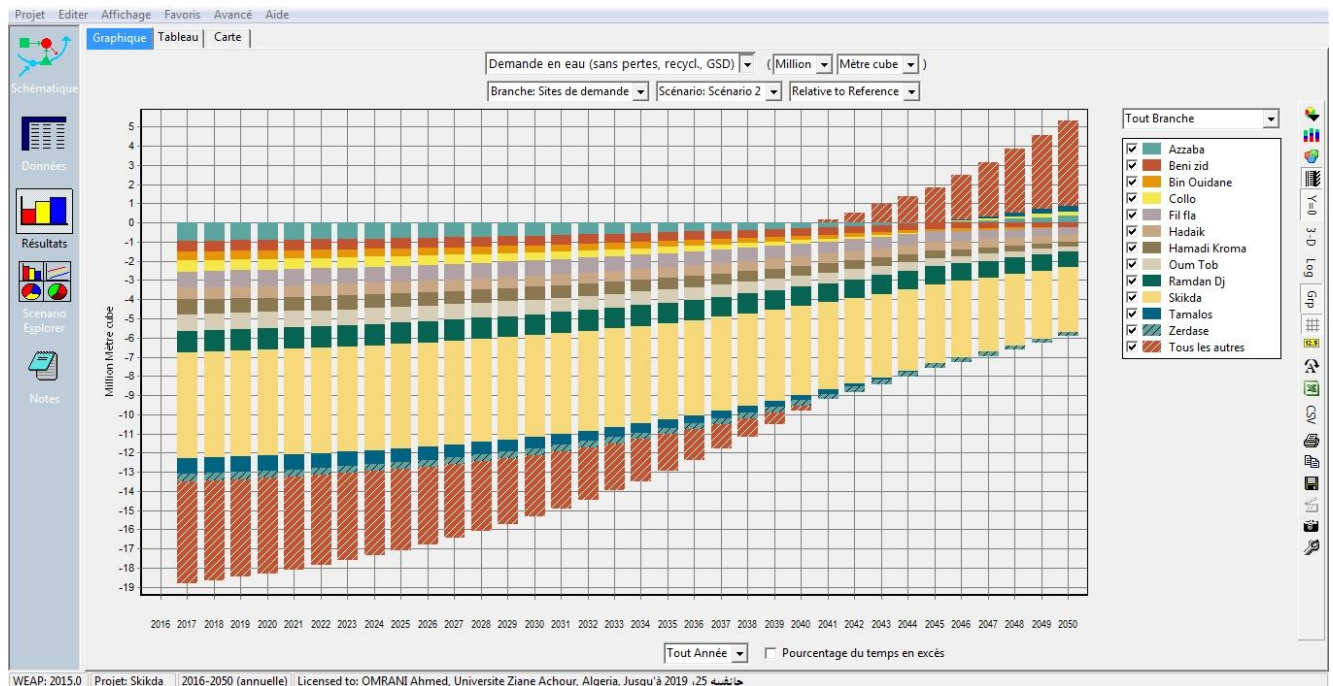


Figure IV.7. Comparaison entre Scénario 2 et référence.

On remarquera dans la figure ci-dessus et après La comparaison entre Scénario 2 et référence. La quantité que l'on peut gagner est 18.8 Million M³ au débit, jusqu'à l'année 2041 Une augmentation de La demande en eau dans les communes (Azzaba, Collo, Ramdane Djamal et les autres) de 1 Million M³ à 5 Million M³.

I.2.3. Entre le scénario 3 et référence

Le graphique de la figure ci-dessous présente la comparaison entre Scénario 3 et référence, le scénario faible l'accroissement de la population de 1.1 % avec une dotation Selon l'OMS 150 L /j/habitant) avec (la référence).

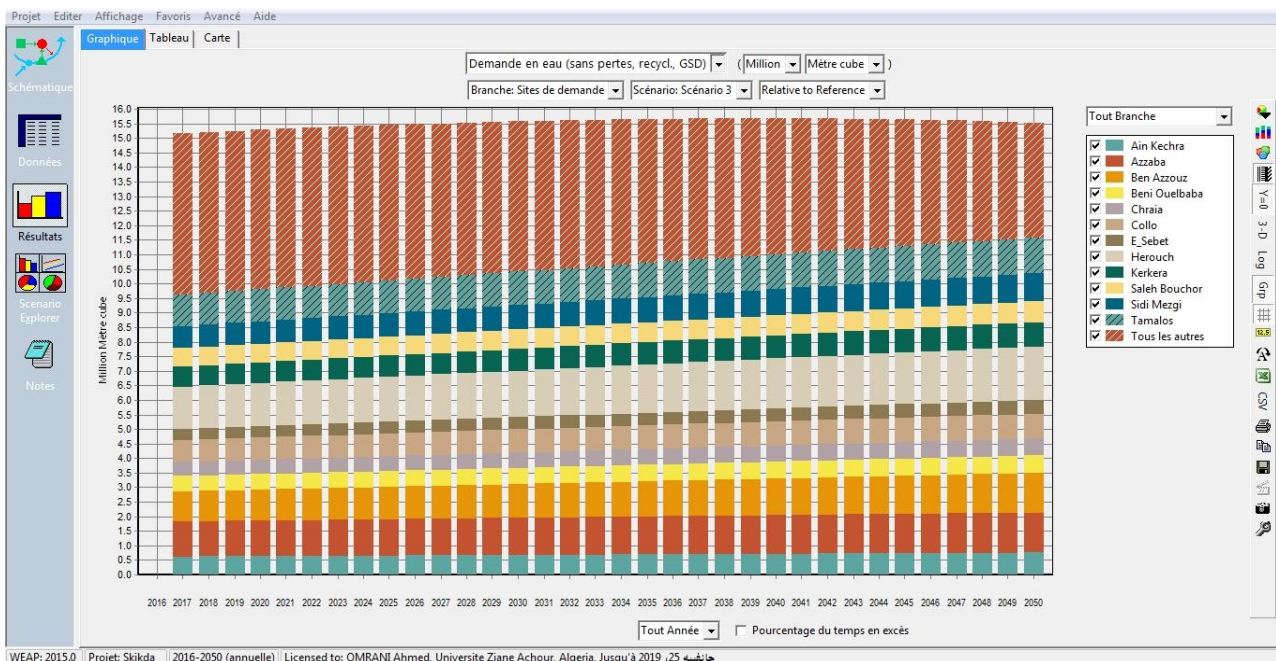


Figure IV.8. Comparaison entre Scénario 3 et référence.

On enregistre après La comparaison entre référence et Scénario 3. Un peu augmentation de La demande en eau globale dans toutes les communes de 1 Million M³ Pendant les années 2017 – 2050.

I.2.4. Entre le scenario 4 et référence

Le graphique de la figure ci-dessous présente la comparaison entre Scénario 4 et référence, le scénario fort l'accroissement de la population de 3.2 % avec une dotation Selon l'OMS (150 L /j/habitant) avec (la référence).

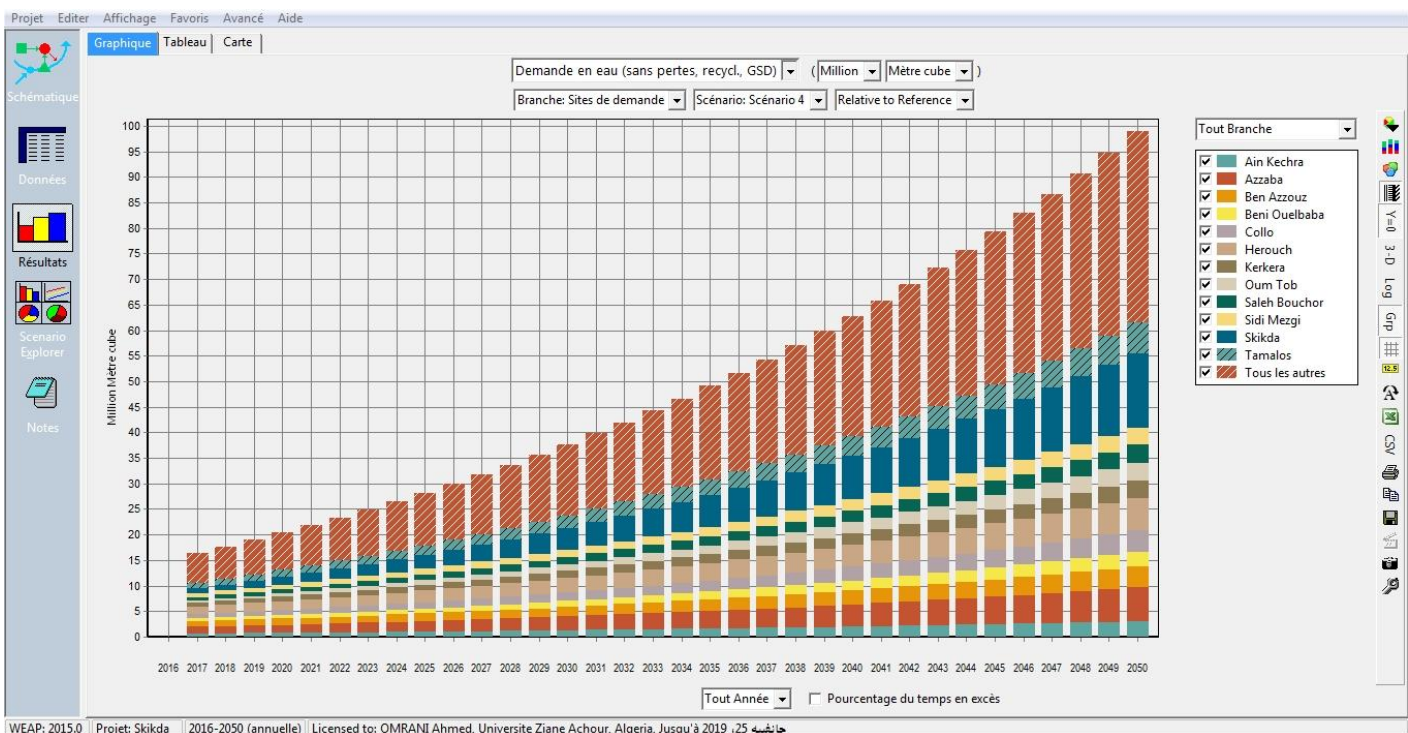


Figure IV.9. Comparaison entre Scénario 4 et référence.

On enregistre après La comparaison entre Scénario 4 et référence. Une augmentation de La demande en eau globale dans tous les communes de 20 Million M³ en 2019 jusqu'à 100Million M³ à la fin du scénario.

I.3. Demande non satisfaite

La figure présente la demande en eau non satisfaite dans les quatre scénarios.

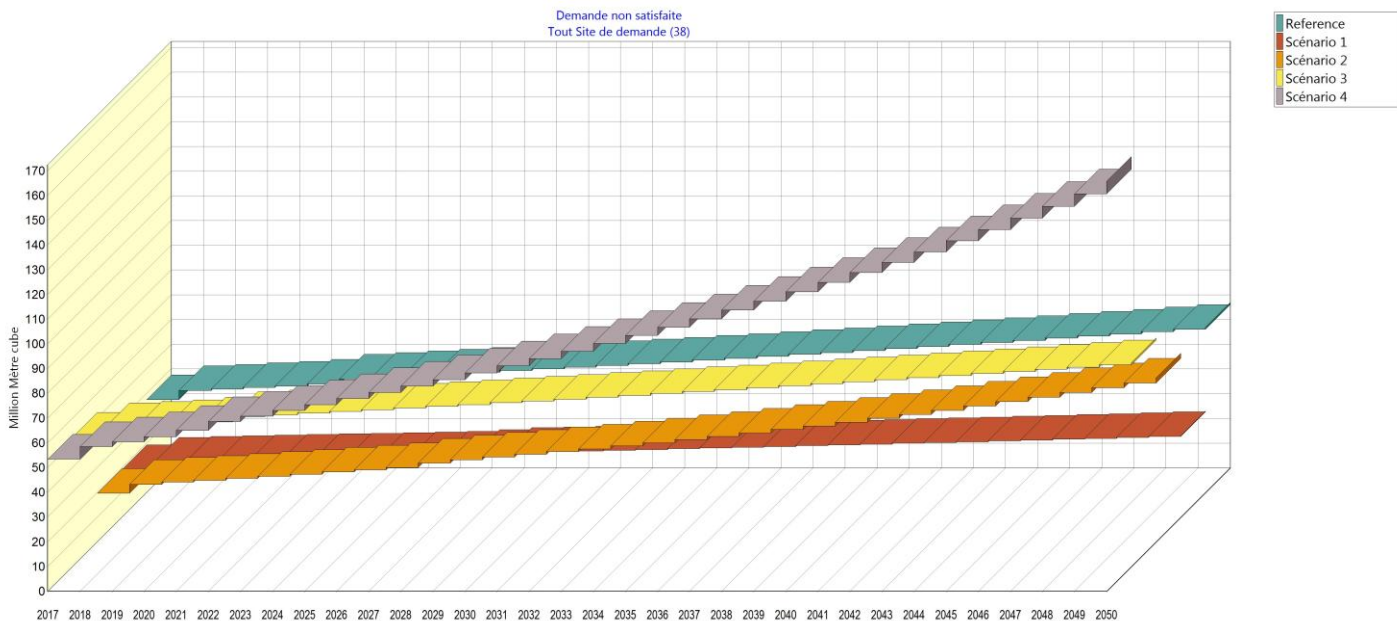


Figure IV.10. Demande non satisfaite

On remarque que la demande en eau est non satisfaite pour les quatre scénarios et augmente de scénario à l'autre :

1. Scénario 1 : elle présente la demande non satisfaite évolue de 19.23 million M³ en 2017, jusqu'à 32.97 million M³ en 2050.
2. Scénario 2 : elle présente la demande non satisfaite évolue de 19.68 million M³ en 2017, jusqu'à 66.32 million M³ en 2050.
3. Scénario 3 : elle présente la demande non satisfaite évolue de 52.33 million M³ en 2017, jusqu'à 82.42 million M³ en 2050.
4. Scénario 4 : elle présente la demande non satisfaite évolue de 53.48 million M³ en 2017, jusqu'à 165.8 million M³ en 2050.

Les graphes mentionnés sur la figure ci-dessous montre bien comment la demande en eau s'évovent avec le temps du scénario 2017 -2050.

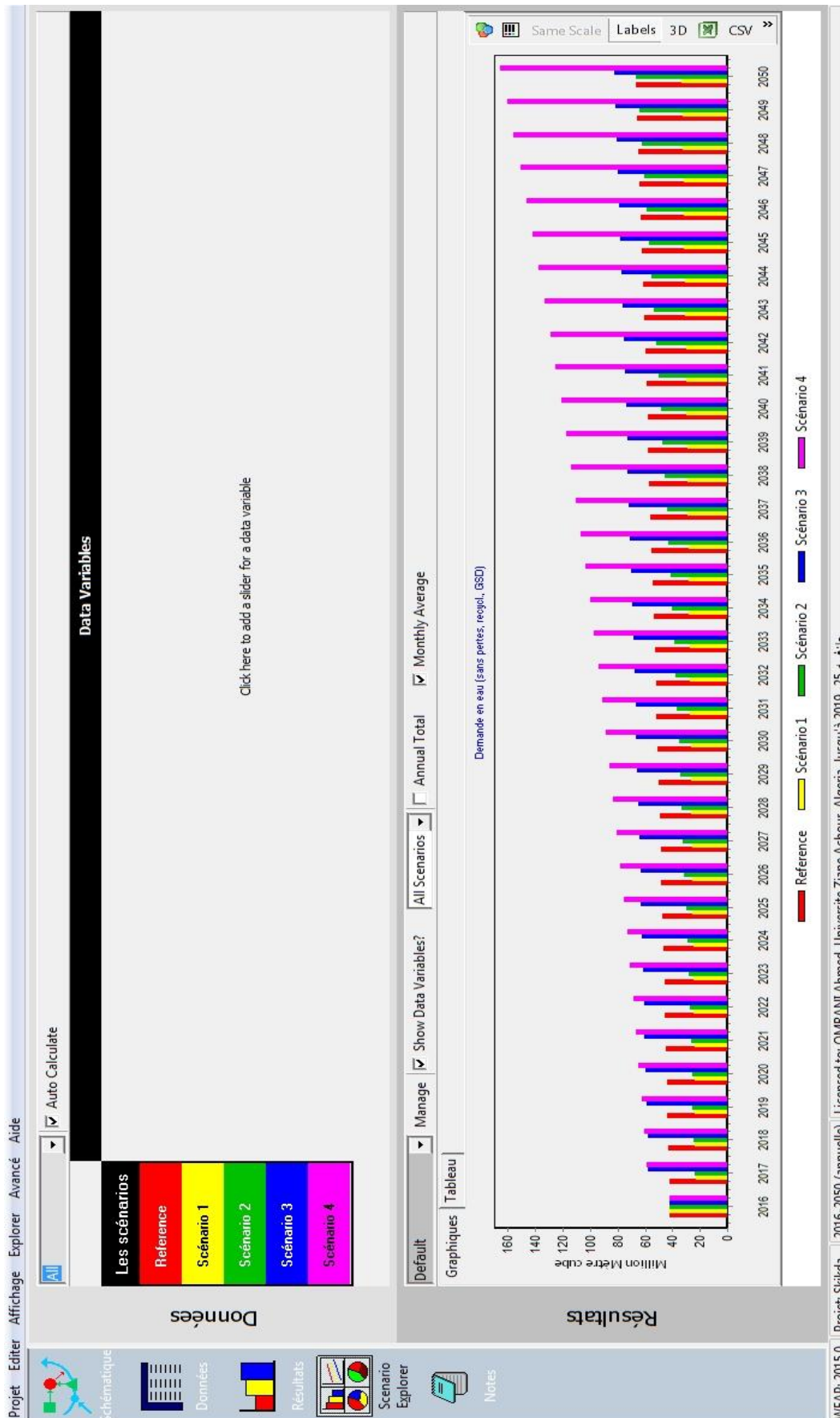


Figure IV.11. Représentation des résultats par le WEAP dans le cas de wilaya de Skikda.

II. Discussion des résultats

Sachant que nous avons au sein de la wilaya de Skikda (en ce qui concerne les potentialités en eau) les volumes mobilisés/an suivants :

- Un volume mobilisé de 11.22Mm³/an, provenant des barrages.
- Un volume mobilisé de 59 Mm³/an, provenant des forages, puits et sources.
- Un volume mobilisé de 2.6 Mm³/an, provenant des SDEM.

	Volumes Mobilisés (Mm ³ /an)
Eaux Souterraines	59
Barrage	11.22
SDEM	2.6
Total	72.82

Tableau IV.1. Volumes mobilisés/an

II.1 Evolution de la demande en fonction des scénarios

A partir des scénarios, Les résultats montrent bien que la demande en eau potable augmente considérablement en 2026,2034 et 2050 par rapport à l'année 2018.

La figure suivante montre l'évolution de la demande en eau en fonction des scénarios :



Figure IV.12. Evolution de la demande en fonction des scénarios.

D'après la figure ci-dessus, on peut constater que la déficience dans l'offre dans le scénario référence aussi ou scénario 1 et scénario 2.

Scénario 3 la demande dépassera l'offre à l'année 2038, où Scénario 4 à l'année 2026.

II.2. Analyse globale

Le modèle WEAP permet d'analyser les différents scénarios de gestion de l'eau qui peuvent répondre à un large éventail de questions [Alcamo and Jakeman, 2008]. Cela nous permet d'évaluer les implications de différents facteurs internes et externes de changement, et comment les changements qui en résultent peuvent être atténués par des politiques et/ou des interventions techniques.

Par exemple, WEAP peut être utilisé pour évaluer l'approvisionnement en eau et les impacts de la demande sous l'effet de l'évolution de la démographie, de l'utilisation des terres et du climat. Les résultats de ces analyses peuvent guider les décideurs à mieux adapter les infrastructures afin d'améliorer la productivité du système de l'eau [AICHOURI, 2016].

Les résultats obtenus montrent que la demande en eau potable ainsi que pour l'agriculture accroîtra d'une façon importante au cours des prochaines décennies et que la pénurie de l'eau ne peut que s'alourdir et s'aggraver. Il est donc important de prendre en compte une nouvelle approche en relation avec l'évolution des besoins et les ressources en eau à mobiliser dans le futur.

La confrontation entre les demandes et les ressources en eau a le sens d'une comparaison des données actuelles ou projetées, elle sert en principe à constater l'adéquation des ressources (elles sont significativement supérieures aux demandes), ou à révéler les problèmes posés par l'éventualité d'une pénurie d'eau plus ou moins long terme. [KHELFAOUI, 2014].

Donc la demande en eau globale étudiés dans la wilaya de Skikda s'élève progressivement avec le temps.

La quantité d'eau actuelle est suffisante à couvrir les besoins en eau dans la wilaya, malgré le climat favorable ont permis une bonne installation d'un réseau hydrographique. Mais ils ne sont pas intéressés par l'achèvement des installations à exploiter cette richesse.

Donc il sera nécessaire de réviser la situation hydraulique actuelle et d'adopter une nouvelle politique de gestion des ressources en eau.

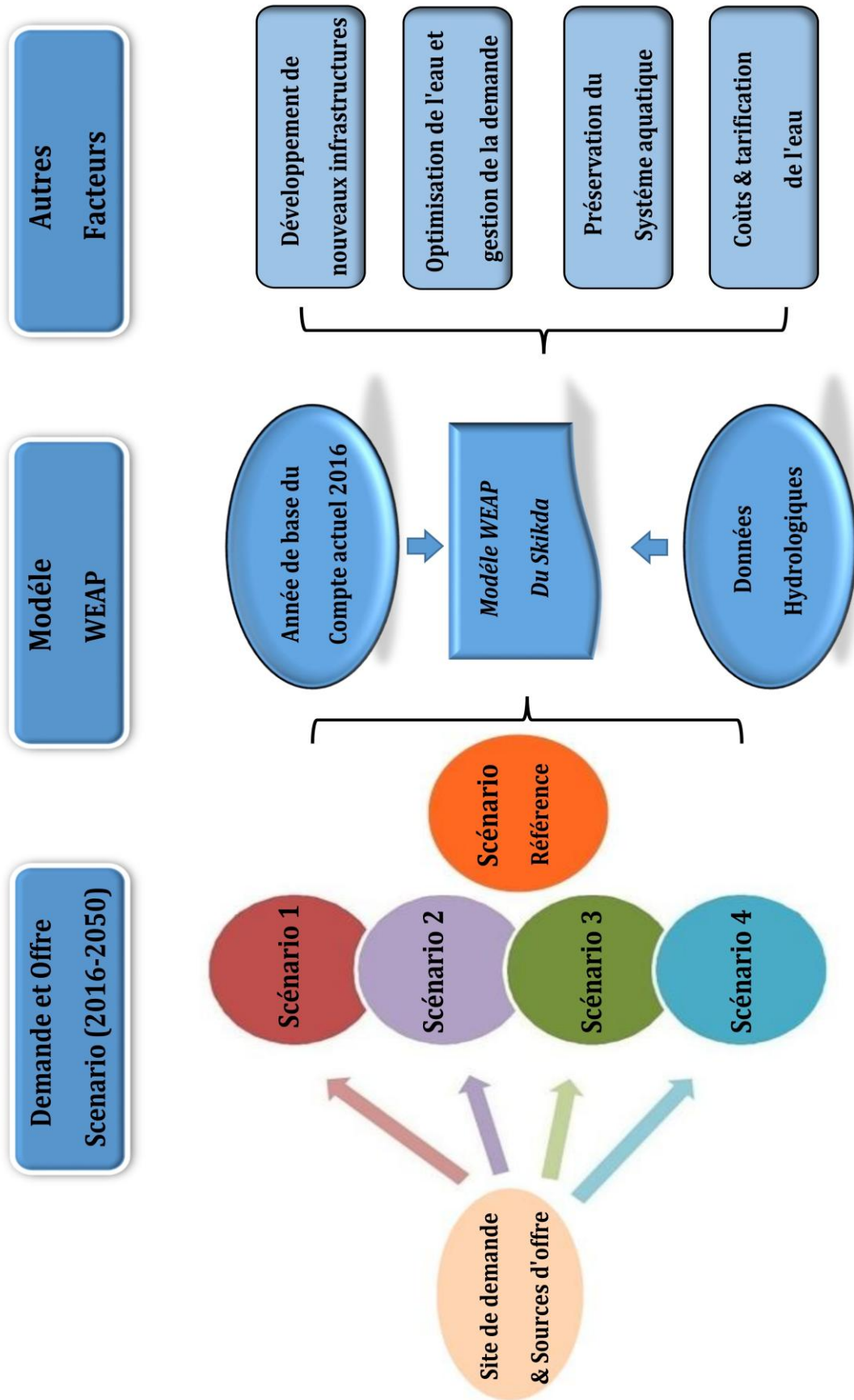


Fig. IV.13 : Disposition des scénarios retenus et données de base du modèle WEAP dans la wilaya Skikda

III. les principales recommandations de gestion des ressources en eau dans la wilaya de Skikda

III.1. Au niveau des infrastructures

1. Maintenir et renforcer les efforts de mobilisation de l'eau par la construction des ouvrages de captages (barrages, retenues, forages, etc.) et la préservation des infrastructures hydrauliques déjà existants.

2. Le développement du traitement des eaux usées par les STEP et leur réutilisation dans le secteur agricole. En effet, ils permettent non seulement d'augmenter les capacités d'irrigation et de soulager l'exploitation des nappes souterraines mais aussi de diminuer les déversements des eaux usées dans les trois grands oueds (Kebir Ouest, Safsaf, Guebli) et ses affluents réduisant la pollution et préservant ainsi la qualité de l'eau.

III.2. Au niveau des économies dans les prélèvements

3. Il s'agit de développer et de vulgariser les méthodes d'irrigation modernes qui permettent de réaliser des économies de l'efficience des systèmes d'irrigation et l'introduction des méthodes de gouttes à gouttes permet de réduire les prélèvements.

4. Une gestion active des ressources en eau et de leur distribution doit permettre de réduire les pertes dans le réseau de distribution et la demande exprimée à travers des campagnes de sensibilisation au niveau des secteurs utilisateurs.

5. Une tarification plus large de l'eau faisant payer plus chères les tranches de consommation supérieures pouvant être envisagées pour inciter les utilisateurs à un moindre gaspillage de cette ressource rare.

III.3. Au niveau de la gestion des ressources en eau

6. Le suivi systématique de la piézométrie permet d'avoir une convergence numérique du potentiel souterrain disponible et de généraliser la modélisation au niveau des administrations de l'hydraulique comme un outil d'analyse et d'aide à la décision.

III.4. Au niveau de protection du milieu naturel et aquatique

7. La maîtrise et l'atténuation des impacts négatifs de la pollution sur le potentiel des ressources en eau par la surveillance permanente de la qualité des eaux.

8. Eviter le déversement direct des rejets urbains et industriels dans les oueds (Kebir Ouest, Safsaf, Guebli) et ses affluents sans traitements préalables.

9. Installation de stations d'épuration pour le traitement des eaux usées urbaines.

10. Réalisation des périmètres de protection autour des sources potentielles d'approvisionnement en eau (forages, barrages, retenues, etc).

Conclusion

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont permis d'estimer l'évolution de la demande en eau, cette demande nécessitera une augmentation de l'offre donc il faut adopter de nouvelles stratégies qui visent à mettre l'équilibre entre l'offre et la demande, il faut aussi conserver et développer des sites de l'offre contre la pollution et l'épuisement.



Conclusion générale.



CONCLUSION GENERALE

La gestion des ressources en eau réside dans la prise des décisions qui affectent le futur état des ressources en eau. Le contexte de la gestion des ressources en eau a évolué énormément durant ces dernières décennies par l'augmentation des exigences des populations croissantes vis-à-vis des ressources en eau limitée. En outre la gestion des hydro-systèmes nécessite de trouver un bon équilibre entre la ressource et l'usage.

L'estimation des besoins en l'eau dans la wilaya de Skikda a montré que ces besoins augmentent avec le temps, elle atteint un volume de consommation : 42.27 millions M³/an, jusqu'à l'année 2041 une augmentation de La demande en eau dans les communes (Azzaba, Collo, Ramdane Djamel et El-Hrouche) de 1 Million M³ à 5 Million M³. Que vous connaissez déficit des ressources en eau.

Ces scénarios mettent en relief les difficultés à venir si d'autres moyens ne sont pas mis en œuvre pour économiser l'eau d'un côté et en mobiliser plus de l'autre.

Les résultats ont montré les vulnérabilités des ressources en eau dans la wilaya, Les solutions pour faire face à ces nombreux défis sont nécessairement multiples. Elles doivent être adaptées au contexte local, exigent de combiner des principes pas toujours faciles à appliquer (vérité des prix, droits d'usage, gestion communautaire), nécessitent la participation de toutes les parties prenantes (populations locales, puissance publique, entreprise...).

Pour faire face à cette augmentation future des besoins en eau, on propose certaines recommandations :

- ✓ Maintenir et renforcer les efforts de mobilisation de l'eau par la construction des ouvrages de captages (barrages, retenues, forages, etc.) et la préservation des infrastructures hydrauliques déjà existants.
- ✓ Intégrer la gestion de l'eau dans la politique économique et environnementale susceptibles de prévenir les impacts négatifs éventuels.
- ✓ La nécessité de mettre en place des programmes diversifiés qui ne font pas peser du poids de consommation uniquement sur les prélèvements souterrains.
- ✓ La mise en fonction d'autres stations de dessalement de l'eau de mer (SDEM) vu que la wilaya dispose d'un long profil littoral.

- ✓ Une gestion active des ressources en eau et de leur distribution doit permettre de réduire les pertes dans le réseau de distribution et la demande exprimée à travers des campagnes de sensibilisation au niveau des secteurs utilisateurs.
- ✓ Une tarification plus large de l'eau faisant payer plus chères qui consiste à inciter le consommateur à limiter ses besoins au strict minimum, et à éviter le gaspillage d'une ressource très limitée
- ✓ Installation de stations d'épuration dans d'autres communes de la wilaya pour le traitement des eaux usées urbaines et industrielles. Ces eaux vont servir à renforcer l'irrigation donc résorption le déficit et soulagement les nappes souterraines
- ✓ Réalisation des périmètres de protection autours des sources potentielles d'approvisionnement en eau (forages, barrages, retenues, etc.).
- ✓ Modérer l'exploitation des eaux souterraines dans les secteurs vulnérables et arrêter la formation de nouveaux ouvrages de captage ;
- ✓ Mise en œuvre de techniques de recharge artificielle.
- ✓ Activation des études géophysiques pour utilisant des nouvelles techniques pour une meilleure connaissance des ressources en eau.
- ✓ Protéger les ouvrages de mobilisation, par action de traitement des bassins versants (travaux de conservation des eaux et des sols, régénération de couvert végétal, plantation à croissance rapide, et/ou plantations utiles et économique, devant répondre aux besoins locaux).

Parmi les solutions proposées pour satisfaire les besoins en eau dans wilaya de Skikda par l'application du modèle WEAP nous retenons :

- ❖ Des économies d'eau notamment par la réduction des pertes et de la consommation de l'eau ;
- ❖ Une augmentation des ressources en eau (épuration des eaux usées : le traitement des eaux usées est une nécessité absolue pour la protection de l'environnement et permet d'éviter tout risque sanitaire, eaux dessalées) ;

Par ce travail nous espérons avoir atteint les différents objectifs tracés dans cette recherche.



Références bibliographiques



1. **ANRH, (2015).** Agence Nationale des Ressources en hydrauliques, Etude hydrologique de l'oued El Hammam au site du barrage Zit-Emba. Établé, par Elhadef Elokki Ahcene, ingénieur hydrologue, mars 2015.
2. **BEN RABAH. S, (2006).** Etat actuel des ressources en eau dans la wilaya de Skikda (Essai de synthèse) bilan gestion perspective, Mémoire de magister, Université d'Annaba.
3. **BELHADJ M. Z, (2007).** Etude de la pollution des eaux de surface du barrage de Zit Emba. Région Est de Skikda. NE algérien, Mémoire de Magister, Université de Batna.
4. **BOULGHOBRA. N, (2017).** Protection de la ville de Skikda contre l'inondation Essai de "P.P.R.I", Mémoire de magister, Université de Batna.
5. **BOUZNAD. I, (2010) :** Essai de la gestion intégrée dans la vallée d'Oued Righ Sud (Sahara septentrional Algérienne), Mémoire de magister. Université d'Annaba (150 P).
6. **COTE. M, (1998a.)** Les régions bioclimatiques de l'Est algérien, Rhumel, n°6, p. 57
7. **HARRAT. N, (2013).** Elimination de la matière organique naturelle dans une filière conventionnelle de potabilisation d'eaux de surface. Thèse Doctorat en sciences
8. **HASSANI. M, (2014).** Modélisation de la demande en eau et essaie de la gestion intégrée par le logiciel WEAP dans la ville de Djelfa. De Master .Université ZIANE ACHOUR – DJELFA. (p51).
9. **KHELFAOULF, (2014).** Qualité et gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant du SAF-SAF (NORD-EST ALGERIEN). Du diplôme de Doctorat UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-Annaba.
10. **MARRE. A, (1992).** Le Tell Oriental de l'Algérie de Collo à la frontière Tunisienne, étude géomorphologique, volume 1, OPU Alger Algérie.
11. **M.BEN ABDELMALEK, (2013).** Elaboration d'un modèle de gestion pour les bassins versants transfrontaliers Tuniso-Algérien. Projet de fin d'études du cycle ingénieur UNIVERSITE DE CARTHAGE – TUNISIE.
12. **MEBARKI. A, (2005).** Hydrologie des bassins de l'est Algérien : ressources en eau, aménagement et environnement, Thèse de doctorat d'état (Géographie et Aménagement du Territoire, option Hydrologie).

- 13. MONOGRAPHIE, (2016).** Annuaire statistique de la Wilaya de Skikda.
- 14. NWS, (2010).** National Weather Service, « South Dakota Storm Produces Record Hailstone », NOAA News.
- 15. OMM, (2011).** Organisation météorologique mondiale, « Grêle », Glossaire de la météorologie, Eumetcal.
- 16. OMS, (2013).** Directives de qualité pour l'eau de boisson. Deuxième édition Additif au Volume 1 Recommandations.
- 17. OMS, (2004).** Organisation Mondiale De La Sante, Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition volume 1, Recommandations. Genève 2004, WSH_Guidelines_DrinkingWater_Quality-fr.doc
- 18. RAKOTONDRABE. F, (2006).** Etude de la vulnérabilité des ressources en eau aux changements climatiques, modélisation par le logiciel WEAP 21, cas du bassin versant de Morondava (Sud-ouest de Madagascar).Mémoire master université d'Antananarivo école supérieure polytechnique d'Antananarivo.
- 19. RGPH, (2008).** Recensement Général De La Population Et De L'habitat, durant la période du 16 au 30 Avril 2008.
- 20. SAADIYA.M, (2013).** Planification et gestion des ressources en eau dans la ville de Tlemcen. Diplôme de MAGISTER Université d'Oran-Mohamed BOUDIAF.
- 21. SELTZER P, (1946).** Le climat de l'Algérie, Alger, Institut de Météorologie et de Physique du Globe, Carboneil, 219 p.
- 22. TUTORIAL, (2008).** Une collection de modules autonomes pour aider à apprendre le logiciel WEAP. Stockholm environment Institute.
- 23. VNOUKOV.A et KOVALEV. A, (2000).** Barrage de Zit-Emba, pièces d'exécution et notice explicative.
- 24. JORA,** Journal Officiel de la République Algérienne N°47 Décret présidentiel n° 02-231 du 23 Rabie Ethani 1423 correspondant au 4 juillet 2002.



Annexes.

ESTIMATION DE LA POPULATION PAR COMMUNE ENTRE 2008-2018 :

COMMUNES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
SKIKDA	165 146	167458	170137	172860	175625	178435	181718	185062	188467	191935	195467
HAMADI KROUMA	30 684	31114	31612	32118	32631	33154	33764	34385	35018	35662	36318
FIL FILA	29 268	29678	30153	30635	31125	31623	32205	32798	33401	34016	34642
TOTAL DAIRA	225 098	228 250	231 902	235 613	239 381	243 212	247 687	252 245	256886	261613	266427
EL HADAIEK	18 170	18424	18719	19018	19323	19632	19993	20361	20736	21118	21507
BOUCHTATA	9 307	9437	9588	9741	9897	10056	10241	10429	10621	10816	11015
AIN-ZOUIT	1 993	2021	2053	2086	2120	2153	2193	2233	2274	2316	2359
TOTAL DAIRA	29 470	29 882	30 360	30 845	31 340	31 841	32 427	33 023	33631	34250	34880
RAMDANE DJAMEL	29 730	30146	30628	31118	31616	32122	32713	33315	33928	34552	35188
BENI-BECHIR	9 728	9864	10022	10182	10345	10511	10704	10901	11102	11306	11514
TOTAL DAIRA	39 458	40 010	40 650	41 300	41 961	42 633	43 417	44 216	45030	45859	46703
COLLO	36 018	36522	37106	37700	38303	38916	39632	40361	41104	41860	42630
BENI-ZID	20 889	21181	21520	21864	22214	22569	22984	23407	23838	24277	24724
CHERAIA	18 959	19200	19507	19819	20136	20459	20835	21218	21608	22006	22411
TOTAL DAIRA	75 866	76 903	78 133	79 383	80 653	81 944	83 451	84 986	86550	88143	89765
ZITOUNA	8 431	8549	8686	8825	8966	9109	9277	9448	9622	9799	9979
KANOUA	7 059	7158	7273	7389	7507	7627	7767	7910	8056	8204	8355
TOTAL DAIRA	15 490	15 707	15 959	16 214	16 473	16 736	17 044	17 358	17677	18002	18333

Monographie wilaya de Skikda 2016

COMMUNES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
OULED ATTIA	10 955	11108	11286	11467	11650	11836	12054	12276	12502	12732	12966
KHENAK MAYOUNE	4 627	4692	4767	4843	4921	5000	5092	5186	5281	5378	5477
OUED -Z'HOR	6 808	6903	7013	7125	7240	7356	7491	7629	7769	7912	8058
TOTAL DAIRA	22 390	22 703	23 066	23 435	23 811	24 192	24 637	25 091	25553	26023	26502
AZZABA	57 450	58254	59186	60133	61095	62073	63215	64378	65563	66769	67998
DJENDEL	8 735	8857	8999	9143	9289	9438	9612	9789	9969	10152	10339
AIN-CHARCHAR	15 869	16091	16348	16610	16876	17146	17461	17782	18109	18442	18781
ES-SEBT	15 410	15626	15876	16130	16388	16650	16956	17268	17586	17910	18240
EL-GHEDIR	6 522	6605	6711	6818	6927	7038	7167	7299	7433	7570	7709
TOTAL DAIRA	103 986	105 433	107 120	108 834	110 575	112 345	114 411	116 516	118660	120843	123067
BEN AZZOUZ	29 434	29846	30324	30809	31302	31802	32387	32983	33590	34208	34837
BEKKOUCH LAKHDAR	15 320	15534	15783	16036	16292	16552	16857	17167	17483	17805	18133
LA MARSА	6 051	6136	6234	6334	6435	6538	6658	6781	6906	7033	7162
TOTAL DAIRA	50 805	51 516	52 341	53 179	54 029	54 892	55 902	56 931	57979	59046	60132
EL - HARROUCH	49 450	50142	50944	51759	52588	53429	54412	55413	56433	57471	58528
SALAH BOUCHAOUR	30 044	30465	30952	31447	31951	32462	33059	33667	34286	34917	35559
EMJEZ EDCHICH	20 263	20547	20876	21210	21549	21894	22297	22707	23125	23551	23984
ZARDEZAS	12 675	12852	13058	13267	13479	13694	13946	14203	14464	14730	15001
OULED HABEBA	8 449	8567	8704	8843	8985	9129	9297	9468	9642	9819	10000
TOTAL DAIRA	120 881	122 573	124 534	126 526	128 552	130 608	133 011	135 458	137950	140488	143073
SIDI MEZGHICHE	25 833	26195	26614	27040	27473	27912	28426	28949	29482	30024	30576

COMMUNES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
BENI OUELBENE	25 306	25660	26071	26488	26911	27342	27845	28357	28879	29410	29951
AIN-BOUZIANE	9 679	9815	9972	10132	10294	10458	10650	10846	11046	11249	11456
TOTAL DAIRA	60 818	61 670	62 657	63 660	64 678	65 712	66 921	68 152	69406	70683	71984
TAMALOUS	51 742	52466	53305	54158	55025	55905	56934	57982	59049	60136	61243
BIN EL OUIDENE	21 829	22135	22489	22849	23215	23586	24020	24462	24912	25370	25837
KERKERA	27 433	27817	28262	28714	29174	29640	30185	30740	31306	31882	32469
TOTAL DAIRA	101 004	102 418	104 056	105 721	107 414	109 131	111 139	113 184	115267	117388	119548
AIN KECHERA	24 804	25151	25553	25962	26378	26800	27293	27795	28306	28827	29357
OULDJA BOULBALOUT	4 528	4591	4664	4739	4815	4892	4982	5074	5167	5262	5359
TOTAL DAIRA	29 332	29 742	30 217	30 701	31 193	31 692	32 275	32 869	33474	34090	34717
OUM TOUB	34 778	35265	35829	36403	36985	37577	38268	38972	39689	40419	41163
TOTAL DAIRA	34 778	35 265	35 829	36 403	36 985	37 577	38 268	38 972	39689	40419	41163
TOTAL WILAYA	909 376	922 072	936 824	951 814	967 045	982 515	1 000 590	1 019 001	1037751	1056846	1076292

Monographie wilaya de Skikda 2016

Répartition par commune des infrastructures de mobilisation

REPARTITION PAR COMMUNE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

COMMUNES	BARAGES		RETENUES COLLINAIRES		SOURCES		FORAGES		PUITS		CHATEAUX D'EAU		RESERVOIRE	
	NBRE	CAP	NBR E	CAP	NBRE	DEBIT	NBR E	DEBIT	NBRE	DEBIT	NBRE	CAP	NBRE	CAP
		HM3/AN		HM3/AN		L/S		L/S		L/S		HM3/AN		HM3/AN
SKIKDA	0	0	0	0	0	0	12	191	3	2	-	-	19	91500
HAMADI KROUMA	0	0	0	0	0	0	5	70	8	5,3	-	-	14	14500
FIL FILA	0	0	0	0	3	10	5	62	10	40,5	-	-	15	8550
TOTAL DAIRA	0	0	0	0	3	10	22	323	21	47,8	0	0	48	114550
EL HADAIEK	0	0	0	0	0	0	2	25	31	9,65	-	-	6	2400
BOUCHTATA	0	0	1	0,250	0	0	3	47	46	11	-	-	4	1800
AIN-ZOUIT	0	0	0	0	3	1,5	2	20	30	7	-	-	2	1650
TOTAL DAIRA	0	0	1	0,25	3	1,5	7	92	107	27,65	0	0	12	5850
RAMDANE DJAMEL	0	0	1	0,060	0	0	11	195	6	31	-	-	17	12650
BENI-BECHIR	0	0	0	0	0	0	5	89	21	13,3	-	-	8	3650
TOTAL DAIRA	0	0	1	0,060	0	0	16	284	27	44,3	0	0	25	16300
COLLO	0	0	0	0	1	0,5	4	53	50	7,7	-	-	9	7700
BENI-ZID	1	39,393	0	0	5	41	2	20	12	7,6	-	-	13	3050
CHERIAIA	0	0	0	0	7	20,6	1	10	30	7,95	-	-	12	3400
TOTAL DAIRA	1	39,393	0	0	13	62,1	7	83	92	23,25	0	0	34	14150
ZITOUNA	0	0	0	0	4	34	0	0	3	2,5	-	-	8	1300

COMMUNES	BARAGES		RETENUES COLLINAIRES		SOURCES		FORAGES		PUITS		CHATEAUX D'EAU		RESERVOIRE	
	NBRE	CAP	NBRE	CAP	NBRE	DEBIT	NBRE	DEBIT	NBRE	DEBIT	NBRE	CAP	NBRE	CAP
		HM3/A N		HM3/A N		L/S		L/S		L/S		HM3/A N		HM3/A N
KANOUA	0	0	0	0	3	36	0	0	1	0,5	-	-	11	1600
TOTAL DAIRA	0	0	0	0	7	70	0	0	4	3	0	0	19	2900
OULED ATTIA	0	0	0	0	12	24	0	0	0	0	-	-	18	2300
KHENAK MAYOUNE	0	0	0	0	4	13	0	0	0	0	-	-	9	1500
OUED - Z'HOR	0	0	0	0	3	13,5	1	12	0	0	-	-	7	1850
TOTAL DAIRA	0	0	0	0	19	50,5	1	12	0	0	0	0	34	5650
AZZABA	0	0	0	0	1	0,1	14	225	29	55,95	1	700	10	10550
DJENDEL	0	0	1	0,16	1	21	8	51,5	17	23,2	-	-	6	2350
AIN-CHARCHAR	0	0	2	0,095	1	0,2	8	69,5	4	4,6	1	50	5	2400
ES-SEBT	0	0	0	0	1	1	1	5	34	9,75	-	-	6	2400
EL-GHEDIR	0	0	0	0	1	15	0	0	3	1,4	-	-	4	1200
TOTAL DAIRA	0	0	3	0,255	5	37,3	31	351	87	94,9	2	750	31	18900
BEN AZZOUZ	0	0	3	0,470	0	0	41	524	2	1	4	950	4	1800
BEKKOUCH LAKHDAR	1	116,59	0	0	3	13	10	117	2	7,5	-	-	9	3500
LA MARSA	0	0	0	0	1	5	8	64	0	0	-	-	9	4050
TOTAL DAIRA	1	116,59	3	0,470	4	18	59	705	4	8,5	4	950	22	9350
EL - HARROUCH	0	0	0	0	1	4	1	6	15	15,5	-	-	11	16550

COMMUNES	BARAGES		RETENUES COLLINAIRES		SOURCES		FORAGES		PUITS		CHATEAUX D'EAU		RESERVOIRE	
	NBRE	CAP	NBRE	CAP	NBRE	DEBIT	NBRE	DEBIT	NBRE	DEBIT	NBRE	CAP	NBRE	CAP
		HM3/A N		HM3/A N		L/S		L/S		L/S		HM3/A N		HM3/A N
SALAH BOUCHAOUR	0	0	0	0	1	3	8	106	5	14,8	-	-	12	10750
EMJEZ EDCHICH	0	0	5	0,375	0	0	1	10	16	31,2	1	200	10	4550
ZARDEZAS	1	16,863	0	0	1	1	0	0	17	8,76	-	-	6	2000
OULED HABEBA	0	0	0	0	5	40	0	0	51	10,15	-	-	12	1810
TOTAL DAIRA	1	16,863	5	0,375	8	48	10	122	104	80,41	1	200	51	35660
SIDI MEZGHICHE	0	0	0	0	2	1	1	10	34	10	-	-	13	6300
BENI OUELBENE	0	0	0	0	7	29,5	0	0	22	9	-	-	14	6500
AIN-BOUZIANE	0	0	0	0	7	17	2	11,5	16	9,1	-	-	9	2400
TOTAL DAIRA	0	0	0	0	16	47,5	3	21,5	72	28,1	0	0	36	15200
TAMALOUS	0	0	0	0	3	3	2	23	43	38,3	-	-	7	5600
BIN EL OUIDENE	0	0	0	0	3	1,5	1	12	40	28	-	-	2	1100
KERKERA	0	0	0	0	11	5	2	20	24	36	-	-	9	3650
TOTAL DAIRA	0	0	0	0	17	9,5	5	55	107	102,3	0	0	18	10350
AIN KECHERA	0	0	0	0	7	12,1	1	2,5	20	13,4	-	-	12	3500
OULDA BOULBALOUT	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0,5	-	-	10	2600
TOTAL DAIRA	0	0	0	0	8	14,1	1	2,5	21	13,9	0	0	22	6100
OUM TOUB	1	117,821	0	0	21	16,7	0	0	18	8,6	-	-	8	3975
TOTAL DAIRA	1	117,821	0	0	21	16,7	0	0	18	8,6	0	0	8	3975
TOTAL WILAYA	4	290,667	13	1,41	124	385,2	162	2051	664	482,71	7	1 900	360	258 935