



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour –Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية والبيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin D'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Eau et Environnement

THEME

**Ressources en eau dans le bassin versant de l'Oued
Zhour, SKIKDA (synthèse bibliographique)**

Présenté par : DLIOUAH Karima

Membre de jury :

Président : M. ELAHCENE Omar

ZIAN ACHOUR-DJELFA

Promoteur : M. BOULEKNAFET Zohir

ZIAN ACHOUR-DJELFA

Examineur: Mme KHADRI Samira

ZIAN ACHOUR-DJELFA

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Avant tout, j'adresse mes sincères remerciements à **ALLAH** le grand créateur qui m'a donné la force et la capacité de réaliser ce travail et m'a guidé pour arriver à ce niveau.

Mes remerciements s'adressent en particulier à mon encadreur, Monsieur **BOULEKNAFET Zohir**, qui a accepté de diriger mon travail et m'a accordé toute son attention et sa patience pour l'accomplir.

Mes sincères remerciements vont également aux membres du jury de mémoire qui ont consacré une part importante de leurs temps à la lecture et à l'évaluation de ce travail

je voudrais également remercier tous mes enseignants de la spécialité **EAU ET ENVIRONNEMENT** de l'université **ZIAN ACHOUR -DJELFA** et aussi mes collègues de la promotion.

Je voudrais aussi remercier ma famille pour son soutien, sa patience, et sa compréhension dans les moments les plus difficiles de cette expédition.

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont prodigué aide, soutien, conseils et amitiés.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail : A mes chères parents ma mère et mon père

A toute ma famille, mes frères

A tous mes amis

A toute la promo du Master EE 2024.

Sommaire

	pages
Liste des abréviations	I
Liste des figures	II
Liste des tableaux	III
Introduction	1
 CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued Z' HOUR 	
1) Situation géographique du bassin versant	5
1-1 Caractérisation de forme et du relief	8
2) Caractéristique hydro climatique	10
2-1 Caractéristiques hydroclimatologiques et leur influence	11
2-2 Pluviométrie.....	11
2-3 Température	15
2-4 Évapotranspirations	17
3) Couverture végétale	18
4) Géologie locale des sables côtiers de l'Oued Zhour	21
4-1 Stratigraphie	22
4-2 Activité magmatique	22
4-3 Ressources minérales	22
4-4 Carte géologique	22

CHAPITRE II : Identification des sources d'alimentation en eau dans le bassin versant de l'Oued Zhour

1) Eaux pluviales	26
1-1 Ruissellement	26
1-2 Infiltration	28
2) Eaux souterraines	32
2-1 Alimentation	33
2-1-1 Caractéristiques géologiques	35
2-1-2 Écoulement	36
3) Eaux superficielles	37
3-1 Types de ressources superficielles	37
3-1-1 Les Oueds	38
3-1-2 Retenue	39

CHAPITRE III : paramètres physico-chimique et gestion de l'eau dans l'Oued Zhour.

1) paramètres physico-chimique de l'eau	42
1-1 La température	42
1-2 La conductivité	42
1-3 pH	43
1-4 Turbidité	43
1-5 Ions majeurs	44
1-6 Autres éléments dissous	44
2) Caractéristiques physico-chimiques d'eau d'oued Zhour	45
2-1 Qualité acceptables du points de vue de la minéralisation	46
2-2 Teneurs élevées en composé azotés	46

2-3 Turbidité	46
2-4 Désaffectation de forages et approvisionnement en eau potable	46
2-5 Contamination bactérienne des eaux d'Oued Zhour	47
3) L'utilisation de l'eau	48
3-1 Évolution et gestion des ressources hydrique en nord-est de l'Algérie ..	53
3-1-1 Évolution des besoins en eau à skikda	54
3-1-2 Solution pour gestion efficace de l'eau dans le secteur industrielle ...	58
Conclusion	60
Références bibliographiques	63

Symboles et abréviation

I : l'infiltration

R : le ruissellement

S : écart type

P : Périmètre

Pr : la précipitation

C_v : coefficient de variation

G1 : coefficient d'Asymetrie

T_{max} : température maximale

T_{min} : température minimum

T_{moy} : température moyenne

ETR : Évapotranspiration réelle

ETP : Évapotranspiration potentielle

Déf : Déficit agricole

Exd : excédent

DBO₅ : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

NTU : nephelometric turbidity unit

Liste des figures

Figure 1. Carte de situation d'Oued Zhour.(GPS)	5
Figure 2. Bassin versant de l'Oued Z'hor au site du barrage projeté et réseau hydrographique.(CHOUIT, 2015).....	7
Figure 3. Forêt de Chêne liège et chêne zen (2013).....	18
Figure 4. Forêt de pin maritime (2013)	19
Figure 5. Maquis de Pin maritime (2013).....	19
Figure 6. Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued Zhour (n°7-8 au 1/25 000).....	21
Figure 7. Carte et coupe géologique de la région d'Oued Zhour et Oued El Kébir (1970.) ...	23
Figure 8. Colonne Lithostratigraphique de la région d'Oued (1970.).....	24
Figure 9. Ruissellement Hortonien (Chow et al., 1988).....	26
Figure 10. Schématisation des interactions entre nappes et cours d'eau (Farida, 2011/2012).	29
Figure 11. Bilan hydrologique dans le bassin de l'oued Zhour.	31
Figure 12. Plaine alluviale de l'oued Zhour (CHOUIT, 2015).....	34
Figure 13. Coupe hydrogéologique schématisée dans l'aquifère d'Oued Zhour (Samia, 2006)	36
Figure 14. Barrage de Sidi M'Hamed Skikda (Samia, 2006)	40
Figure 15. Réserve en eau au niveau mondial 1,4 milliard de km ³	49
Figure 16. Réserve en eau douce au niveau mondial.	50
Figure 17. Utilisation des prélèvements mondiaux en eau	51
Figure 18. Évolution de la population et augmentation des besoins en AEP (Mm ³ /an) à la wilaya de Skikda.	55
Figure 19. Évolution de la population dans la wilaya de Skikda de 1987 à 2025. ¹¹	55
Figure 20. Évolution dans le temps de la demande en eau pour l'agriculture (1987-2025) à la wilaya de Skikda. ¹¹	57
Figure 21. Évolution dans le temps de la demande en eau (Mm ³ /an) pour l'industrie à la wilaya de Skikda (1987 - 2035).....	58

Liste des tableaux

Tableau 1. Bassin versant de l'Oued Z'hour - Paramètres géométriques.	9
Tableau 2. Bassin versant de l'Oued Z'hour - Paramètres du relief.	10
Tableau 3. Identification des postes pluviométriques.	12
Tableau 4. Variabilité spatiale et temporelle des pluies dans la région d'Oued Zhour.....	13
Tableau 5. Nombre moyen de jours de pluie dans la région d'Oued Zhour.....	14
Tableau 6. Pluies annuelles dans la région d'Oued Zhour - Caractéristiques numériques de la distribution des fréquences.	15
Tableau 7. Températures moyennes mensuelles et annuelles en °C.	16
Tableau 8. Bilans de Thornthwaite-Région d'Oued Zhour (Latitude : 36 °N)	17
Tableau 9. Résultats du calcul du ruissellement dans la région d'Oued Zhour.....	27
Tableau 10. Calcul de l'infiltration et les pertes dans les dépressions Région d'Oued Zhour (Année moyenne).....	31
Tableau 11. Classification des eaux d'après leur pH.	43
Tableau 12. Classe de turbidité usuelle.	44
Tableau 13. Caractéristiques physicochimiques des eaux d'Oued Zhour.	47
Tableau 14. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de l'oued Zhour.	48
Tableau 15. Évolution des besoins en eau pour l'agriculture (1986- 2035).....	56
Tableau 16. Évolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie (1986-2035).....	57

Introduction

Introduction

Introduction

Les eaux de surface sont une ressource essentielle au quotidien humain, au développement socioéconomique et à l'environnement, tout en étant limitée et vulnérable. Par conséquent, il est essentiel de les protéger correctement et de les gérer solidement. Les activités domestiques, industrielles, culturelles et même touristique, se développent le plus souvent dans les zones dotées de ressources hydriques, ce qui entraîne un besoin croissant en eau. En raison de la croissance continue des besoins en ressources limitées et de la pollution des sources d'eau, la sécheresse, qu'elles soient superficielles ou souterraines, tous les pays du monde, y compris l'Algérie, sont obligés de mettre en œuvre une politique de gestion de l'eau. Actuellement, l'éveil des consciences se matérialise par la mise en place d'un programme ambitieux comprenant de nombreux projets visant à construire des barrages-réservoirs et à effectuer des transferts sur le court, moyen et long terme. En dépit de sa position dans le Nord-Est du pays et d'appartenir à l'une des régions les plus pluvieuses d'Algérie (avec une moyenne annuelle de précipitations allant de 700 à 1600 mm), le massif de Collo bénéficie d'un potentiel hydraulique considérable en surface grâce aux diverses agglomérations sont confrontées à une pénurie d'eau potable en raison de l'insuffisance des ressources disponibles (telles que les sources, les puits et les forages). En raison de la fréquence croissante des cycles de sécheresse, qui peuvent parfois durer longtemps, certaines sources se sont asséchées et les aquifères ont considérablement diminué. **(FAO)**

Afin de garantir sa disponibilité dans le cadre d'un programme de développement durable, il est nécessaire d'utiliser les ressources superficielles en construisant des barrages et réservoirs. Oued Zhour s'impose comme l'une des ressources en eau les plus importantes de la Wilaya de Skikda. Ce cours d'eau généreux nourrit les terres des dairas de Zitouna et Ouled Attia, contribuant ainsi à leur prospérité agricole et à leur développement économique. Oued Zhour joue un rôle crucial dans l'irrigation des terres agricoles des deux dairas. Ses eaux vivifiantes permettent aux agriculteurs de cultiver une variété de produits, assurant la sécurité alimentaire de la région et contribuant au dynamisme du secteur agricole local **(Organisation Administrative du territoire, 2021).**

Introduction

L'agriculture irriguée par l'oued Zhour génère des opportunités d'emploi et stimule l'économie locale. Les produits agricoles issus de ces terres nourrissent les populations environnantes et alimentent les marchés locaux, favorisant ainsi la prospérité économique de la région, il représente également un patrimoine naturel précieux qu'il convient de préserver (**Organisation Administrative du territoire, 2021**).

Compte tenu de son importance vitale pour l'agriculture, l'économie et l'environnement de la Wilaya de Skikda, la protection de l'oued Zhour est un enjeu crucial qui requiert une mobilisation collective, et pour cela on doit tout d'abord avoir les ressources nourrissant cet Oued.

Dans cette optique, l'objectif principal de ce mémoire est d'améliorer les connaissances sur les ressources en eau dans le bassin de l'oued Zhour.

Le présent travail est structuré en 3 chapitres :

Le 1^o dédie à la caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR, traite de l'étude des caractéristiques du bassin en resituant l'aire d'étude dans les cadres géographiques, hydro-climatologique et géologique de la région.

Le 2^o aborde l'identification des sources d'alimentation en eau, c'est le plus importants dans le travail.

Le 3^o traite les caractéristiques physico-chimique, gestion de l'eau et quelques estimations pour les futurs besoins en eau à la Wilaya de SKIKDA.

Enfin, je termine mon travail par une conclusion synthétise les résultats de ce travail et propose un plan de développement durable pour bien gérer ces ressources.

CHAPITRE I :

Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR.

1) Situation géographique du bassin versant de l'Oued ZHOUR :

L'Oued Zhour se trouve dans la région nord-est de l'Algérie et occupe une position stratégique dans la wilaya de Skikda, partageant sa frontière à l'ouest avec la wilaya de Jijel. La ville fait partie administrativement de la daïra d'Oued Attia (Bounoghra) et est principalement rattachée à la commune d'Oued Zhour. Le bassin versant est délimité géographiquement par : La Communes de KhenakMayoun et Ouled Attia au Nord, La Communes d'Ain Kechra et de OuldjaBoulbellout Sud, La Commune de BniZid Est et La Commune d'El-Milia et la mer Méditerranée Ouest, présenté dans la figure 1.

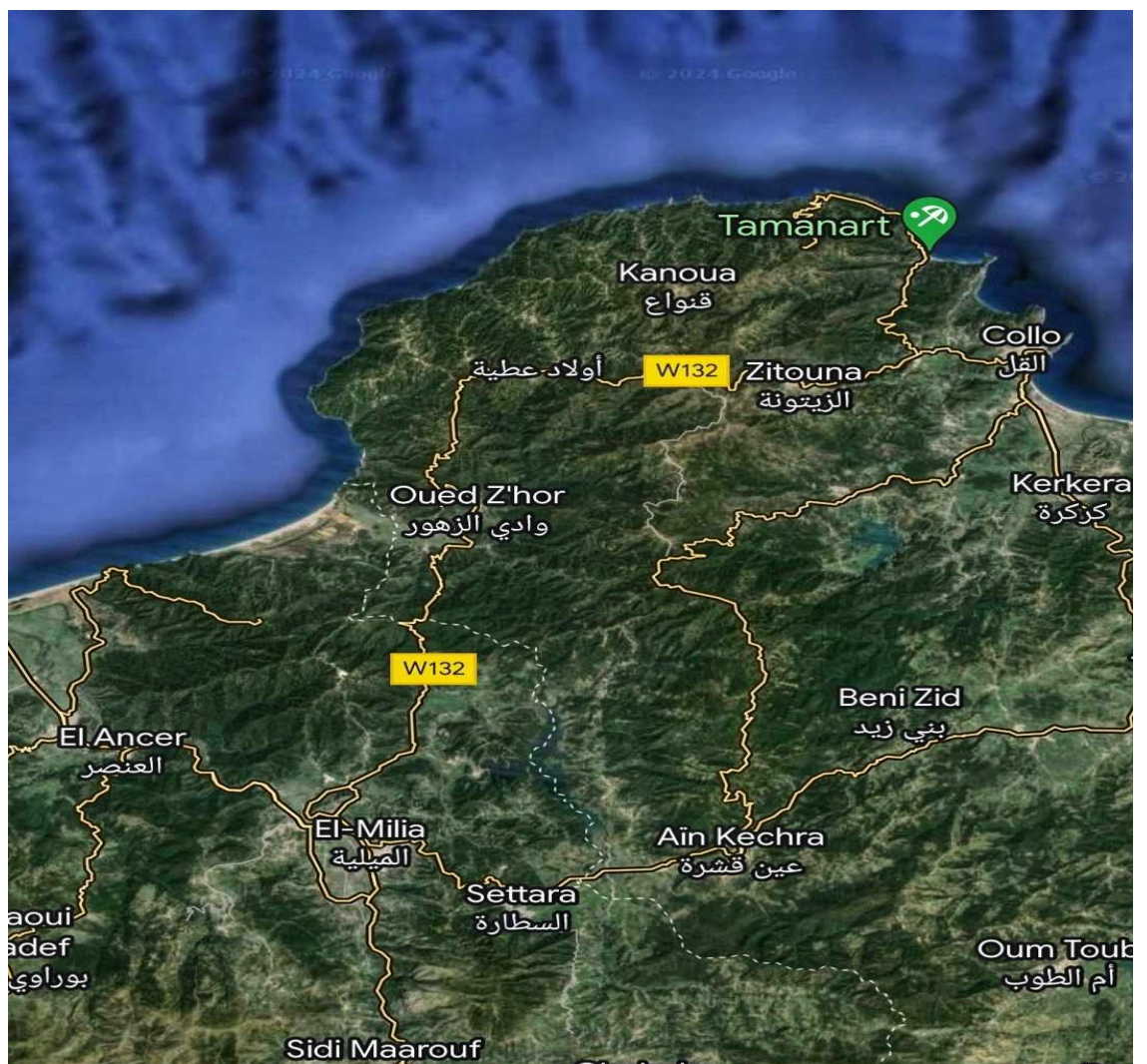


Figure 1 Carte de situation d'Oued Zhour.(GPS)

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

Le bassin versant de l'oued Zhour se trouve au cœur des monts de l'Atlas Tellien, plus précisément dans le massif de la Petite Kabylie. Fait partie du Côtiers Constantinois Centre (code ANRH(0306) : Ce bassin hydrographique couvre une superficie de 96 kilomètres carrés. Les coordonnées géographiques s'étendent entre les longitudes 6°18' et 6°26'E ainsi que les latitudes 36°53' et 36°60'N.(ANRH)

- Le bassin versant de l'Oued Zhour est entouré par une série de Koudiets (collines) qui définissent ses frontières, parmi lesquelles : Une ligne de Koudiets s'étendant de Hdjar Miz (1032 m) à El Mkatel (821 m) marque la limite Nord, Koudiat Bou el Kikab (462 m) et Sra Di el Khemis (807 m) forment la limite Sud, DJ. El Goufi (1183 m) au Zitouna établit la limite orientale et Une chaîne de Koudiets le long de l'axe Ras Kfayoun-El Aouinet-Es Sandjak (545-681-741 m, respectivement) définit la limite occidentale.

Le principal cours d'eau du bassin versant est Oued Zhour, et il mesure 17 kilomètres de long. Son origine se situe à Djebel El Goufi (1183 m) sous le nom d'oued Ktounan, il collecte de nombreux affluents tout au long de son cours et se déverse finalement dans la mer Méditerranée.

En serpentant à travers le paysage, il adopte différents noms : Oued Habaiche, Oued el Kébir et enfin, Oued Zhour sont illustrés dans la Figure 2.

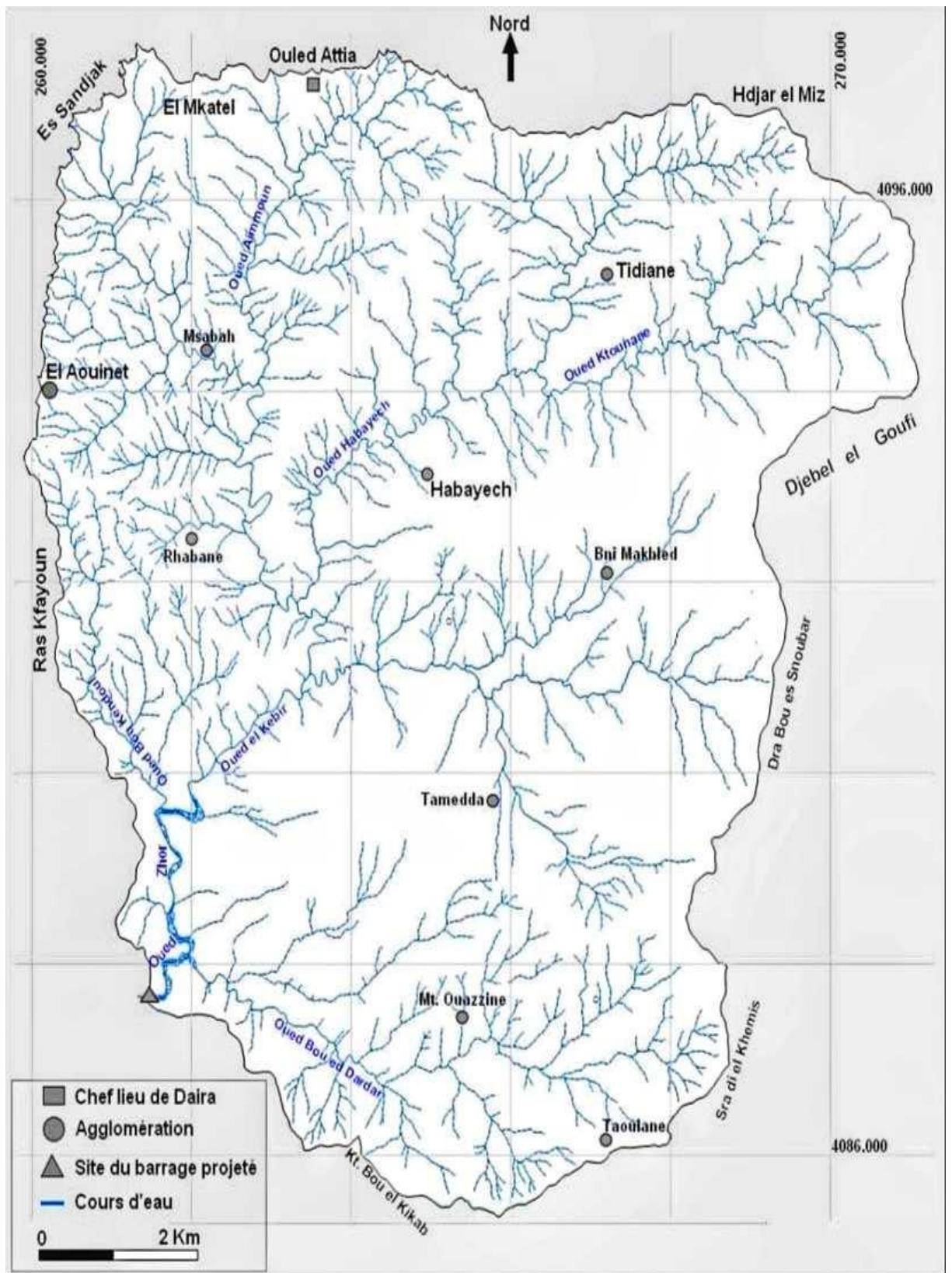


Figure 2 Bassin versant de l'Oued Z'hor au site du barrage projeté et réseau hydrographique.(CHOUIT, 2015)

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

Les bassins versants sont essentiels pour le cycle hydrologique car ils transforment les précipitations en débits des cours d'eau. Diverses caractéristiques du bassin versant, telles que la topographie, le réseau hydrographique, les propriétés du sol et la couverture végétale, influencent ce processus complexe. Il est essentiel de comprendre ces paramètres pour clarifier la dynamique hydrologique des cours d'eau.

Le bassin versant de l'Oued Z'hour en Algérie, situé dans les monts de l'Atlas Tellien, constitue un excellent cas d'étude pour analyser la relation entre les caractéristiques du bassin versant et le débit des cours d'eau. L'objectif de cette analyse est de mettre en évidence la façon dont le bassin versant de l'Oued Z'hour réagit aux différents régimes pluviométriques.

1-2 Caractéristique de forme et du relief :

La forme et le relief d'un bassin versant à un impact significatif sur la configuration de l'hydrogramme de crue à sa sortie. Divers paramètres morphométriques dérivés de données géométriques, comme la superficie, le périmètre, les longueurs, les largeurs et les indices de pente permettent de caractériser la forme et le relief du bassin. Ces paramètres donnent des renseignements précieux sur la méthode de réaction du bassin aux précipitations et sur son comportement hydrologique.

Paramètres morphométriques et leur influence sur l'hydrogramme de crue :

Superficie (A) : La surface du bassin représente la totalité des terres qui se drainent vers l'exutoire. En règle générale, un bassin plus grand génère un débit de pointe plus élevé et engendre également des retards accrus en raison du temps nécessaire à l'écoulement de l'eau depuis les points les plus éloignés du bassin jusqu'à la sortie.

Périmètre (P) : Le périmètre indique la longueur des limites du bassin. Un bassin plus allongé avec un rapport périmètre/superficie plus élevé tend à produire un hydrogramme plus rapide avec une branche montante plus abrupte et une durée de pic plus courte. Cela est dû au fait que la forme allongée permet un écoulement plus rapide de l'eau des parties supérieures vers l'exutoire.

Longueur du cours d'eau principal (L) : La distance entre la ligne de partage des eaux du bassin et l'exutoire est représentée par la longueur du cours d'eau principal. Un délai plus long est généralement causé par un cours d'eau principal plus long, ce qui conduit à un

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

Hydrogramme plus plat en raison de la durée accrue nécessaire à l'eau pour atteindre le point de sortie.

Largeur moyenne (W): La largeur moyenne reflète la largeur moyenne du bassin. Un bassin plus large avec un rapport largeur/longueur plus élevé a tendance à générer un hydrogramme plus atténué avec un débit de pointe plus faible et une durée de pic plus large. Ceci est attribué à la capacité de stockage accrue d'un bassin plus large.

Pente (S) : La pente représente la déclivité moyenne du terrain du bassin. Un bassin plus pentu avec une pente plus forte a tendance à produire un hydrogramme plus rapide avec une montée rapide et une durée de pic plus courte. Cela est dû au fait que les pentes plus fortes accélèrent le flux d'eau et réduisent l'infiltration.

Tableau 1. Bassin versant de l'Oued Z'hour - Paramètres géométriques.

Paramètre du BV	Symbole	Unité	Valeur	Valeurs de référence			Méthode						
Surface	A	Km ²	96	(zavoianu, 1978)			Papier quadrillé						
Périmètre	P	Km	37.5				Cercle Carré Rectangle (L=2l)			Curvimètre			
Longueur	L		12							Horton (1932)			
Largeur	L		10.87										Gravelius (1950)
Indice de forme	R _f	Sans unité	0.81	0.79	1.000	0.501							
	K _C		1.07	1.0	1.128	1.198	Zavoianu (1978)						
	R _C		0.85	1.0	0.785	0.696							
	FF		1.09	1.277	1.000	0.877							

Source : (CHOUIT, 2015)

Tableau 2. Bassin versant de l'Oued Z'hour - Paramètres du relief.

Caractéristique	Paramètre	Symboles	Unité	Valeur	Méthode
Altimétrie	Altitude minimale	Z_{\min}	m	21	Hypsométrie
	Altitude maximale	Z_{\max}		1181	
	Altitude moyenne	Z_{moy}		480	
	Altitude médiane	$Z_{1/2}$		485	
	Altitude la plus fréquente	Z_{mod}		553	
	Altitude de fréquence 95%	$Z_{95\%}$		855	
	Altitude de fréquence 5%	$Z_{5\%}$		100	
	Dénivelée totale	D		1160	
Pente	Dénivelée spécifique	D_s	m/km	755	ORSTOM
	Indice de pente	I_g		77	
	Pente moyenne	I_{BV}	m/km	437	Carte et rose des pentes
	Pente minimale	I_{\min}		100	
	Pente maximale	I_{\max}		1330	
	Orientation des versants	Exposition	-	SE et SO	

Source : (CHOUIT, 2015)

2) Caractéristique hydro climatologique :

L'hydrologie des bassins versants est une discipline cruciale qui étudie la relation complexe entre la terre et l'eau au sein d'un bassin de drainage. La compréhension de la

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

dynamique hydrologique d'un bassin versant est essentielle pour une gestion efficace des ressources en eau, des stratégies d'atténuation des crues et la protection de l'environnement. Le bassin versant de l'Oued Z'hor, niché dans les montagnes du Tell Atlas en Algérie, sert d'étude de cas exemplaire pour étudier l'interaction entre les caractéristiques du bassin versant et les processus hydrologiques.

2-1 Caractéristique hydro climatique et leur influence :

Les conditions climatiques dominantes et leur impact sur le cycle de l'eau sont inclus dans les caractéristiques hydroclimatiques d'un bassin versant. Le rôle crucial de ces caractéristiques dans la réponse hydrologique du bassin versant ne peut être ignoré.

Précipitations : Les précipitations (pluie et neige) ont un impact significatif sur la quantité, l'intensité et la répartition de l'apport en eau du bassin versant.

Température : L'évapotranspiration est régulée par la température de l'air, qui représente le processus combiné d'évaporation à partir de la surface du sol et de transpiration par la végétation, et a un impact direct sur la disponibilité en eau.

Humidité : Le taux d'évapotranspiration est influencé par l'humidité atmosphérique, ce qui contribue à la perte d'eau du bassin versant.

Vent : Le vent influe davantage sur le bilan hydrique en affectant l'évapotranspiration et l'érosion éolienne grâce à sa vitesse et sa direction.

2-1-1 Pluviométrie :

La pluviométrie, c'est-à-dire la mesure des précipitations, joue un rôle décisif dans une étude hydrologique. Elle fournit des informations essentielles sur la quantité d'eau disponible dans un bassin versant, un élément clé pour comprendre le cycle de l'eau et évaluer les ressources en eau.

Compréhension du Cycle de l'eau :

Apport en Eau Majeur : La pluie est la principale source d'eau pour la plupart des bassins versants. Elle assure l'alimentation des cours d'eau, la recharge des nappes souterraines et participe à maintenir l'humidité du sol.

Variabilité Spatiale et Temporelle : La répartition des précipitations peut changer énormément au fil du temps et de l'espace, ce qui affecte le bilan hydrique ainsi que la disponibilité des ressources en eau à différentes échelles.

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

Formes de Précipitations : La pluie, la neige et la grêle ont des effets différents sur le cycle de l'eau. Par exemple, la neige peut s'accumuler et fondre progressivement, ce qui contribue à l'alimentation des cours d'eau au printemps.

L'une des régions les plus arrosées d'Algérie est celle de l'oued Z'hour. L'évaluation de la lame d'eau tombée sur le bassin versant est fortement influencée par l'analyse pluviométrique, ce qui impacte les variations des niveaux des eaux superficielles et souterraines. Étant donné qu'il n'y a pas de stations météorologiques spécifiques dans le bassin de l'oued Z'hour, les données pluviométriques enregistrées dans trois stations représentatives (Aflassane, El Milia et Settara) ont été utilisées pour estimer les informations concernant la zone étudiée. Pour assurer que les données soient utilisables dans le bassin versant de l'oued Z'hour, il a été nécessaire de corriger ces données et combler les lacunes. Les stations prises en compte sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3. Identification des postes pluviométriques.

Code	Poste pluviométrique	X(km)	Y(km)	Altitude (m)	Période d'observations
030712	Aflassane	841.2	410.1	35	1967-2012
100706	El Milia	819.3	389.7	100	1970-2011
100711	Settara	825.1	385.9	280	1972-2012

Source : (CHOUIT, 2015)

Variabilité spatiale et temporelles des pluies :

L'analyse des données pluviométriques mensuelles et annuelles collectées dans trois stations (Aflassane, El Milia et Settara) révèle des schémas distincts de variabilité spatiale et temporelle des précipitations au sein du bassin versant de l'oued Z'hour.

a)-Variabilité spatiale :

Répartition saisonnière : Pendant ces mois, plus de 46 % des précipitations annuelles se produisent, ce qui montre un fort biais vers la saison hivernale dans la répartition des précipitations.

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

Saison sèche : Le mois de Juillet est le plus sec, avec des précipitations moyennes entre 2 et 3 mm, ce qui signifie qu'il y a très peu ou pas du tout de précipitations.

Saison humide : En décembre, la saison des pluies atteint son maximum avec des précipitations moyennes de 144 mm à Afflassane et de 157 mm à Settara. Pendant les années très pluvieuses, il peut y avoir plus de 300 mm de précipitations chaque mois en décembre et janvier.

Périodes sèches extrêmes : Certains mois peuvent être totalement dépourvus de précipitations, comme le montre l'analyse, avec des valeurs minimales atteignant zéro.

b)-Variabilité temporelle :

Variabilité mensuelle : Les précipitations mensuelles varient significativement dans le temps, avec un coefficient de variation (Cv) allant de 56 % à 300 %. Pendant la saison estivale, cette variabilité atteint des valeurs de Cv dépassant largement les 100 %.

Variabilité annuelle : Les précipitations annuelles présentent une variabilité relativement plus faible par rapport à la variabilité mensuelle, avec des valeurs de Cv généralement inférieures à 30 %.

Les caractéristiques contrastées des saisons humide et sèche sont mises en évidence par la répartition spatio-temporelle des précipitations dans le bassin versant de l'oued Zhour. Pendant les mois d'hiver, la concentration des précipitations et l'occurrence de périodes sèches mettent en lumière l'importance de prendre en considération les variations saisonnières et les événements météorologiques extrêmes dans la gestion des ressources en eau.

Tableau 4. Variabilité spatiale et temporelle des pluies dans la région d'Oued Zhour.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Afflassane (série 1967-2012)													
Moy	36.2	59.0	121.4	143.7	113.8	102.1	84.6	58.9	30.3	8.2	2.3	5.4	766.0
Max	15.6	218.3	299.7	337.9	392.6	295.7	334.1	155.5	125.9	38.2	18.1	38.7	1331.8
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	369.3
Cv(%)	94	91	66	56	71	63	71	69	97	123	178	157	29
Saison	216.6			359.6			173.9			15.9			-
El Milia (série 1970-2011)													
Moy	40.3	89.8	114.2	153.7	129.3	110.8	95.3	81.2	40.8	11.9	2.3	7.9	877.5

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

Max	189.8	316.0	319.7	398.9	372.0	299.9	309.9	341.2	122.3	88.8	26.2	63.7	1536.1
Min	0.0	0.6	5.6	13.2	11.3	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	500.8
Cv(%)	91	75	59	57	62	62	71	75	74	143	233	191	26
Saison	244.3			393.8			217.3			22.1			-
Settara (série 1972-2012)													
Moy	42.4	81.9	113.7	156.8	131.1	121.4	103.3	85.8	46.9	13.3	3.0	6.3	905.8
Max	292.9	216.7	286.6	374.0	410.3	346.3	268.3	294.2	131.4	92.2	41.0	42.0	1462.6
Min	0.0	0.0	7.2	6.5	9.3	0.0	19.7	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	541.3
Cv(%)	115	69	63	61	64	67	58	70	74	143	300	176	23
Saison	237.9			409.3			235.9			22.6			-

Source : (CHOUIT, 2015)

Tableau 5. Nombre moyen de jours de pluie dans la région d'Oued Zhour.

Station/Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Afflassane	4	6	10	11	11	10	8	7	4	1	1	1	72
El Milia	4	7	9	10	9	9	8	8	5	2	0	1	69
Settara	4	7	9	10	10	9	8	8	4	2	0	1	71
Moyenne	4	6	9	10	10	9	8	8	4	2	0	1	71

Source : (CHOUIT, 2015)

Les données de pluviométrie sont fréquemment fournies sous la forme d'échantillons étendus qui ne peuvent être interprétés directement (données quotidiennes, mensuelles et annuelles). Il est donc nécessaire de résumer les caractéristiques des séries traitées en utilisant des paramètres numériques ou graphiques pour expliquer la distribution des fréquences annuelles de précipitations dans la région de l'oued Z'hour. Pratiquement, il s'agit de trouver les critères de moyenne (Moyenne - m), d'écartement (Écart Type - s , valeurs extrêmes et Coefficient de Variation - Cv) et forme (Coefficient d'Asymétrie - $G1$) des séries étudiées. Les résultats obtenus sont affichés dans le tableau ci-dessous.

Paramètres clés pour l'analyse de la fréquence des précipitations annuelles :

Moyenne (m) : Représente la pluviométrie annuelle moyenne sur la période d'enregistrement.

Écart type (s) : Quantifie la variabilité des valeurs de précipitations annuelles autour de la moyenne.

Valeurs extrêmes : Indiquent les valeurs de précipitations annuelles minimale et maximale enregistrées.

Coefficient de variation (Cv) : Exprime la variabilité relative des valeurs de précipitations annuelles, calculé par (écart type / moyenne) * 100 %.

Coefficient d'asymétrie (G1) : Mesure l'asymétrie de la distribution des valeurs de précipitations annuelles. Les valeurs positives indiquent une asymétrie positive, tandis que les valeurs négatives indiquent une asymétrie négative.

Tableau 6. Pluies annuelles dans la région d'Oued Zhour - Caractéristiques numériques de la distribution des fréquences.

Poste pluviométrique	N	min	Max	m	s	Cv(%)	G ₁
Afflassane	46	369.3	1331.8	766.0	220.1	29	0.28
El Milia	42	500.8	1536.1	877.5	225.5	0.26	0.79
Settara	41	541.3	1462.6	905.8	209.3	0.23	0.45

Source : (CHOUIT, 2015)

Le tableau fourni résume les paramètres clés de l'analyse de la fréquence des précipitations annuelles dans la région de l'oued Zhour. Ces paramètres permettent de comprendre les régimes pluviométriques moyens, la variabilité, les valeurs extrêmes et les caractéristiques de la distribution.

Moyenne : La pluviométrie annuelle moyenne sur les trois stations varie de 750 à 900 mm, indiquant un régime pluviométrique modéré.

Écart type : Les valeurs d'écart type varient entre 220 et 230 mm, suggérant une variabilité modérée des précipitations annuelles.

Valeurs extrêmes : Les valeurs minimales de précipitations annuelles enregistrées vont de 370 à 550 mm, tandis que les valeurs maximales vont de 1330 à 1550 mm, ce qui met en évidence la possibilité d'années sèches comme humides.

Coefficient de variation : Les valeurs du coefficient de variation se situent entre 0.20 % et 30 %, indiquant une variabilité relative modérée des précipitations annuelles.

Coefficient d'asymétrie : Les valeurs positives du coefficient d'asymétrie pour toutes les stations suggèrent une légère asymétrie positive dans la distribution des données sur les précipitations annuelles.

2-1-2 Température :

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

L'évaluation de l'évapotranspiration, élément essentiel du bilan hydrique à l'échelle du

Bassin versant, est fortement influencée par la température qui caractérise le climat. Dans le bassin versant de l'oued Zhour, les données de température disponibles proviennent des deux stations les plus proches : Barrage de BniZid a été en service de 2002 à 2013, et El Milia était opérationnel de 1977 à 1991. Le tableau suivant résume les températures moyennes pour ces stations :

Tableau 7. Températures moyennes mensuelles et annuelles en °C.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
BniZid (série :2001/2002-2012/2013)													
Tmax	27.8	26.3	21.2	17.7	16.3	16.8	19.2	21.4	24.8	27.6	29.5	30.4	23.2
Tmin	20.2	18.3	12.9	10.1	8.4	8.8	10.7	13.4	16.9	19.6	22.5	23.7	15.5
Tmoy	24.0	22.3	17.1	13.9	12.4	12.8	15.0	17.4	20.8	23.6	26.0	27.0	19.4
El Milia (série :1976/1977-1990/1991)													
Tmax	31.8	26.1	21.1	15.8	15.2	16.8	19.8	23.1	26.2	31.8	35.6	35.3	24.9
Tmin	17.4	12.1	11.1	6.21	6.0	6.19	7.4	9.9	12.4	16.8	19.6	27.8	12.7
Tmoy	24.6	19.1	16.1	11.0	10.6	11.5	13.6	16.5	19.3	24.3	27.6	31.5	18.8

Source : (CHOUIT, 2015)

Le tableau donne les températures moyennes mensuelles pour les deux stations, BniZid et El Milia, mettant en évidence les variations saisonnières distinctes et les régimes de température globaux dans le bassin versant de l'oued Zhour.

Températures moyennes les plus basses : Le mois de janvier connaît les températures moyennes les plus basses, allant de 6,0°C à 8,4°C selon les stations.

Températures moyennes les plus élevées : Le mois d'août enregistre les températures moyennes les plus élevées, atteignant 30,4°C à BniZid et 35,2°C à El Milia.

Température moyenne annuelle : La température moyenne annuelle globale pour la région est d'environ 19°C.

Répartition saisonnière :

Saison chaude : La saison chaude s'étend de mai à octobre, avec des températures moyennes mensuelles supérieures à la moyenne annuelle.

Saison froide : La saison froide englobe la période de novembre à avril, caractérisée par des températures moyennes mensuelles inférieures à la moyenne annuelle.

2-1-3 Évapotranspiration :

L'évapotranspiration joue un rôle essentiel dans le bilan hydrique car elle représente la quantité totale d'eau perdue sous forme de vapeur d'eau et retournant à l'atmosphère.

Les processus physiques et biologiques qu'elle englobe restituent l'humidité du sol à l'atmosphère.

Évapotranspiration réelle (ETR) : La quantité réelle d'eau, généralement exprimée en millimètres, évaporée ou transpirée par le sol, la végétation et les surfaces d'eau libre d'un bassin versant.

Évapotranspiration potentielle (ETP) : La quantité maximale d'eau qui pourrait être évaporée ou transpirée d'un bassin versant si la disponibilité en eau n'est pas un facteur limitant.

Le tableau présente les valeurs d'ETP estimées pour les trois stations. Ces valeurs représentent la perte d'eau potentielle maximale par évapotranspiration dans des conditions de disponibilité en eau illimitée.

Tableau 8. Bilans de Thornthwaite-Région d'Oued Zhour (Latitude : 36 °N)

(Réserve facilement utilisable-RFU: 100 mm).

Paramètre	Station		
	Afflassane	El Milia	Settara
P(mm)	766	877.5	905.8
T(C ⁰)	19.4	18.8	18.8
ETP corrigée(mm)	934.4	960.9	960.9
ETR(mm)	461.8	454.5	363.1
DA(mm)	472.6	506.4	497.8

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

EXC(mm)	304.2	423.0	442.6
ETR/P(%)	60	52	51
EXC/P(%)	38	48	49
MDéf	5 : juin-Oct	4 : juin-Sep	4 : juin-Sep
MExc	4 : Déc-Mars	5 : Déc-Avril	5 : Déc-Avril
DRR	Novembre	Octobre	Octobre
Réserve pleine	Décembre	Décembre	Décembre
DEP	Mai	Mai	Mai
Réserve à sec	Juin	Juin	Juin

Source : (CHOUIT, 2015)

3) Couverture végétale :

Le bassin versant de l'oued Zhour se distingue par des conditions climatiques favorables (pluviométrie abondante) propices au développement d'un couvert végétal dense et diversifié (forêts). La couverture végétale de la région occupe la quasi-totalité du bassin versant (92 %) et se compose de :

Zones boisées: Il y a des forêts et des maquis dans ces zones. La forêt naturelle est composée d'associations de chêne-liège et de pin maritime, de chêne-liège et de chêne vert, ainsi que de maquis denses et arborés : Photos 1 à 3 de chêne-liège et pin maritime.

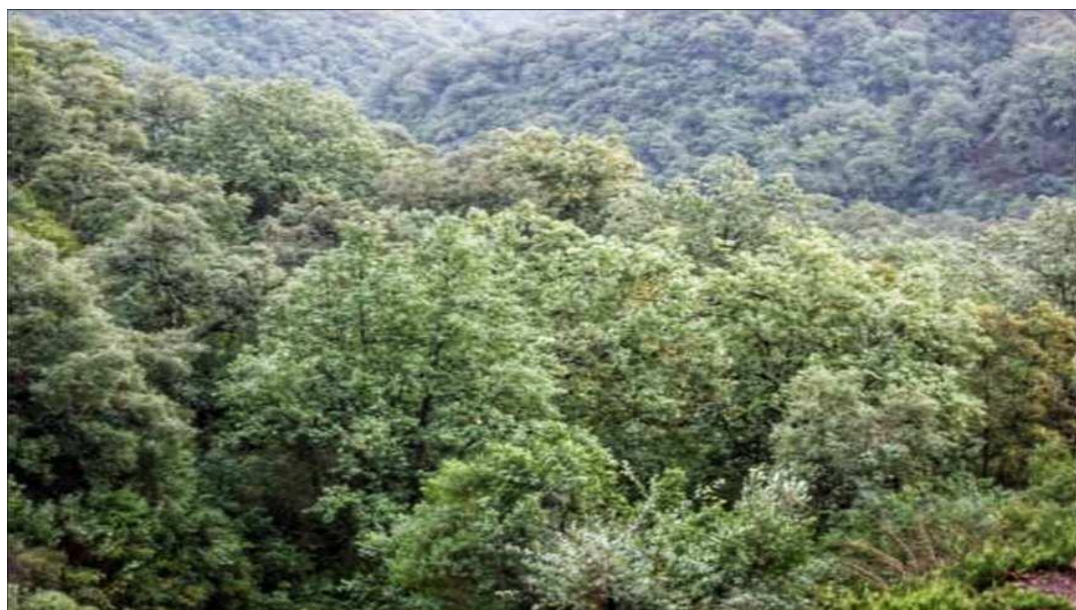


Figure 3. Forêt de Chêne liège et chêne zen (EnviConsult, 2013)



Figure 4. Forêt de pin maritime (EnviConsult, 2013)



Figure 5. Maquis de Pin maritime (EnviConsult, 2013)

Zones humides : Ces zones humides, qui s'étendent jusqu'à la commune d'El Milia dans la province de Jijel, englobent la vallée et l'embouchure de l'oued Zhour.

Le long des rives de l'oued Zhour à écoulement permanent, on trouve des terres agricoles et des pâturages pour le bétail.

La présence de diverses espèces d'amphibiens, telles que les grenouilles et les crapauds, est à noter.

Le rapport du BNEDER dans Enviconsult (2013) identifie quatre principaux types de formations végétales observées dans la presqu'île de Collo :

-Forêts de feuillus (Futaies feuillues)

Subéraies (Forêts de chêne-liège) : Ces forêts, dominées par le chêne-liège (*Quercus suber*), constituent le type de végétation le plus répandu dans la zone d'étude. Les subéraies représentent une ressource économique précieuse en raison de la production de liège, un matériau naturel utilisé pour diverses applications, notamment les bouchons de vin, l'isolation et les revêtements de sol.

-Autres forêts de feuillus :

Bien que moins étendues que les subéraies, d'autres essences feuillues peuvent former des peuplements purs, notamment le chêne vert (*Quercus ilex*), le chêne afares (*Quercus afares*) et l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*). Ces forêts offrent des habitats diversifiés à une multitude d'espèces végétales et animales. (**BNEDER, 2013**)

-Forêts de résineux (Futaies résineuses) :

Peuplements de pin maritime : Ces forêts sont composées exclusivement de pin maritime (*Pinus pinaster*), un conifère à croissance rapide adapté au climat méditerranéen de la région. Les forêts de pins maritimes sont exploitées pour la production de bois et contribuent à la conservation des sols.

-Forêts mélangées (Futaies mélangées) :

Forêts de chênes-liège et de chênes verts/pins maritimes : Ces forêts mélangées

associent le chêne-liège au chêne vert ou au pin maritime. Elles représentent une transition entre les types de forêts feuillues et résineuses et offrent une combinaison unique d'avantages écologiques. (**Enviconsult, 2013**)

-Maquis (Autres peuplements) :

Maquis : Ces formations arbustives denses et basses sont principalement constituées de forêts de chênes-lièges dégradées. Les maquis abritent une faune variée et jouent un rôle dans la prévention de l'érosion des sols.

La richesse de la couverture végétale et la diversité de l'occupation des sols du bassin versant de l'oued Zhour mettent en évidence l'interaction entre les systèmes naturels et humains dans la région. Des pratiques d'aménagement durable sont essentielles pour préserver l'intégrité écologique de ces paysages tout en soutenant les moyens de subsistance locaux.

4) Géologie locale des sables côtiers de l'Oued Z'hour :

Les études géologiques réalisées dans la région d'Oued Zhour ont permis de recueillir des informations essentielles pour mieux comprendre l'histoire géologique de cette zone, ainsi que pour guider les activités d'exploration et d'exploitation des ressources minérales. L'aménagement du territoire et la gestion de l'environnement nécessitent l'utilisation de la carte géologique comme un outil essentiel.

La géologie du secteur d'Oued Zhour est connue grâce à des études intensives menées entre 1968 et 1970. Ces travaux de recherche systématique et de cartographie géologique à l'échelle de 1/50 000 ont porté sur la feuille n°12 d'Oued Zhour, située dans la partie orientale de l'Algérie du Nord. Ils s'inscrivaient dans le cadre du programme de recherche géologique et cartographique de la SONAREM.



Figure 6 Carte de situation géographique des sables côtiers d'Oued Zhour (Extrait de la carte topographique d'Oued Zhour , n°7-8 au 1/25 000)

Le secteur d'Oued Zhour se trouve dans la zone nord-est du Tell Atlas, une chaîne de montagnes qui s'étend le long de la côte méditerranéenne de l'Algérie. Le Tell Atlas se caractérise par une histoire géologique complexe, marquée par de multiples épisodes de déformation, de métamorphisme et de magmatisme. La géologie du secteur d'Oued Zhour est dominée par des roches sédimentaires paléozoïques, telles que des calcaires, des grès et des schistes, déformées et intrusées par des roches ignées.

4-1 Stratigraphie

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

La colonne stratigraphique du secteur d'Oued Zhor s'étend de l'Ordovicien au Quaternaire. Les roches ordoviciennes sont représentées par des calcaires et des schistes, suivis par des grès et des schistes siluriens. Le Dévonien est marqué par le dépôt de calcaires, de dolomies et de schistes. Le Carbonifère se caractérise par une épaisse séquence de calcaires, de grès et des schistes, avec quelques veines de charbon. Le Permien est représenté par des grès, des schistes et des évaporites. L'ère Mésozoïque est représentée par une variété de roches sédimentaires, dont des calcaires, des dolomies, des grès, des schistes et des marnes. L'ère Cénozoïque se caractérise par des dépôts continentaux, notamment des conglomérats, des grès et des argiles.

Géologie structurale.

Le secteur d'Oued Zhour a subi plusieurs phases de déformation, ce qui lui confère une structure complexe. Les principales caractéristiques structurales comprennent des plis, des failles et des chevauchements. Les plis sont généralement orientés nord-ouest/sud-est. Les failles sont principalement des failles normales, avec quelques failles inverses. Les chevauchements sont associés à l'orogénèse alpine, survenue au Tertiaire.

4-2 Activité magmatique

Le secteur d'Oued Zhour a été intrusé par des roches ignées d'âges variés. Les plus anciennes sont paléozoïques et représentées par des gabbros et des granites. L'ère Mésozoïque est marquée par l'intrusion de diorites et de granites. Le Tertiaire se caractérise par la mise en place de roches volcaniques, notamment des basaltes et des andésites.

4-3 Ressources minérales

Le secteur d'Oued Zhour est connu pour ses ressources minérales, notamment le minerai de fer, le calcaire, la dolomite et l'argile. Les gisements de minerai de fer se trouvent dans les roches paléozoïques, tandis que les gisements de calcaire et de dolomite sont répandus dans les roches mésozoïques. Les gisements d'argile se trouvent dans les roches mésozoïques et cénozoïques.

4-4 Carte géologique

Une carte géologique du secteur d'Oued Zhour à l'échelle de 1/50 000 a été produite à partir des résultats des travaux de recherche et de cartographie menés de 1968 à 1970. Cette

CHAPITRE I : Caractérisation du bassin versant d'Oued ZHOUR

carte montre la distribution des formations géologiques, des structures et des ressources minérales.

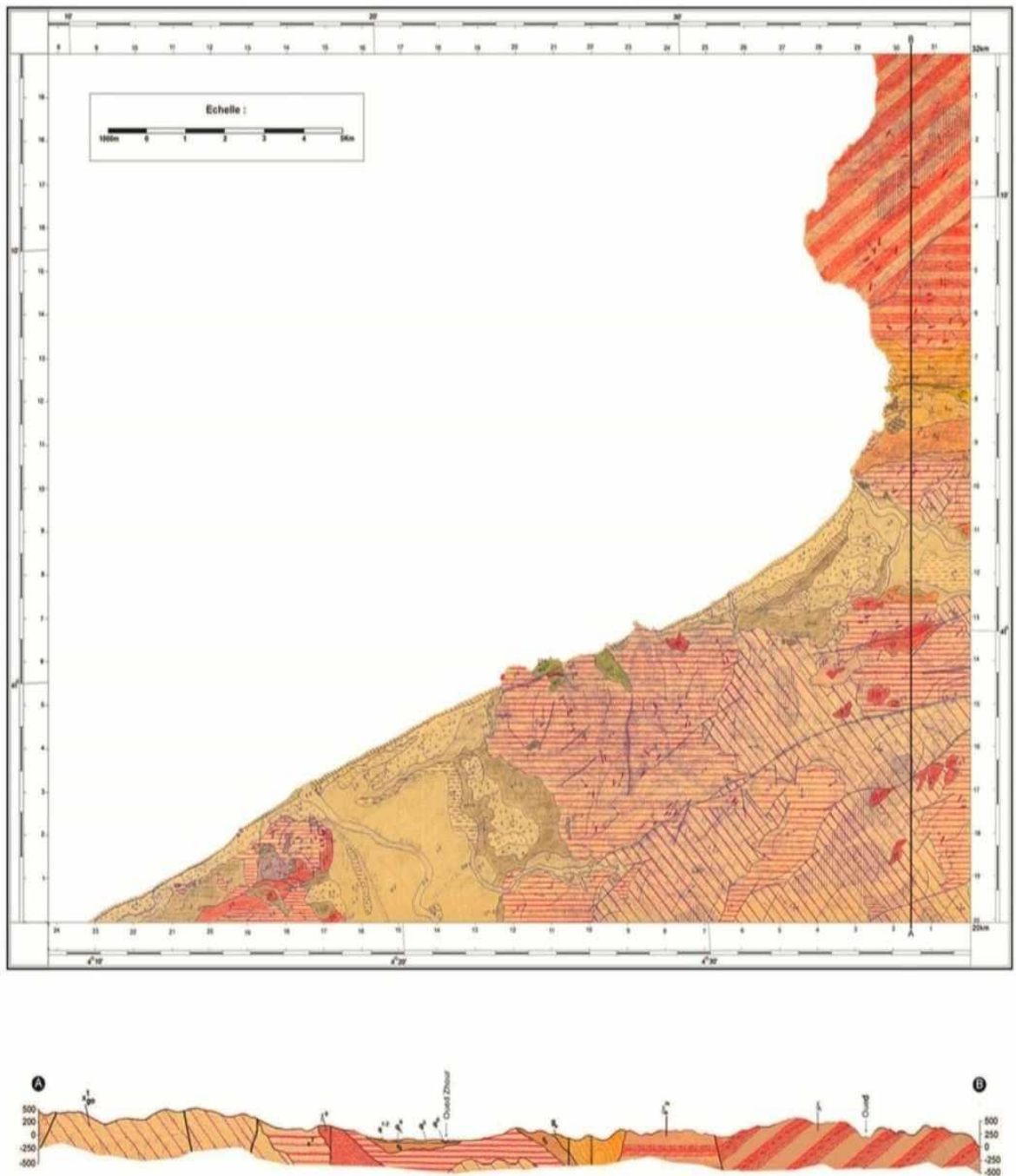


Figure 7. Carte et coupe géologique de la région d'Oued Zhour et Oued El Kébir (Negroutsa V. et al, 1970.)

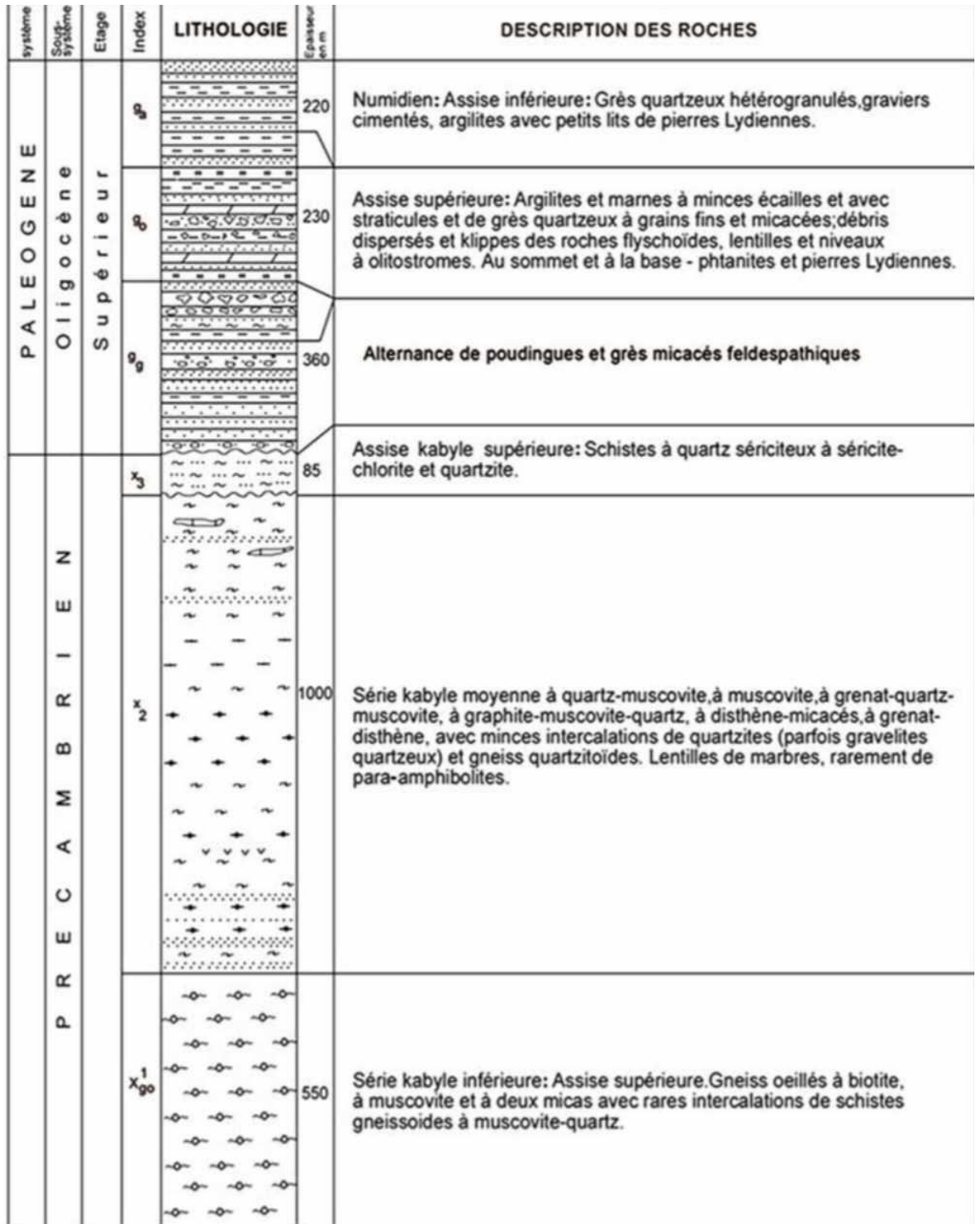


Figure 8. Colonne Lithostratigraphique de la région d'Oued (Negroutsa V. et al, 1970.)

CHAPITRE II :

Identification des sources d'alimentation en
eau dans le bassin versant de l'Oued Zhour

1) Eaux pluviales

L'Algérie, et plus particulièrement sa région occidentale, a subi de nombreuses sécheresses majeures au cours de ce siècle, notamment dans les années 40, les années 80 et jusqu'à nos jours. La plus récente de ces sécheresses s'est distinguée par son ampleur spatiale, son intensité et ses impacts majeurs et tangibles, dont la diminution des ressources en eau. L'évaluation de l'impact de la sécheresse sur le comportement de ces ressources revêt une importance capitale. Par conséquent, l'étude de l'impact négatif de la sécheresse sur les ressources en eau est devenue une nécessité de plus en plus pressante en Algérie. (Medejerab A., Henia L, 2011).

1-1 Ruissellement

Le ruissellement, défini comme la circulation des eaux à la surface du sol sous l'effet de la gravité, constitue une composante essentielle du bilan hydrologique d'un bassin versant. Sa quantification précise s'avère toutefois délicate en raison de la difficulté de mesurer l'écoulement à une échelle fine, particulièrement dans des zones d'étude étendues.

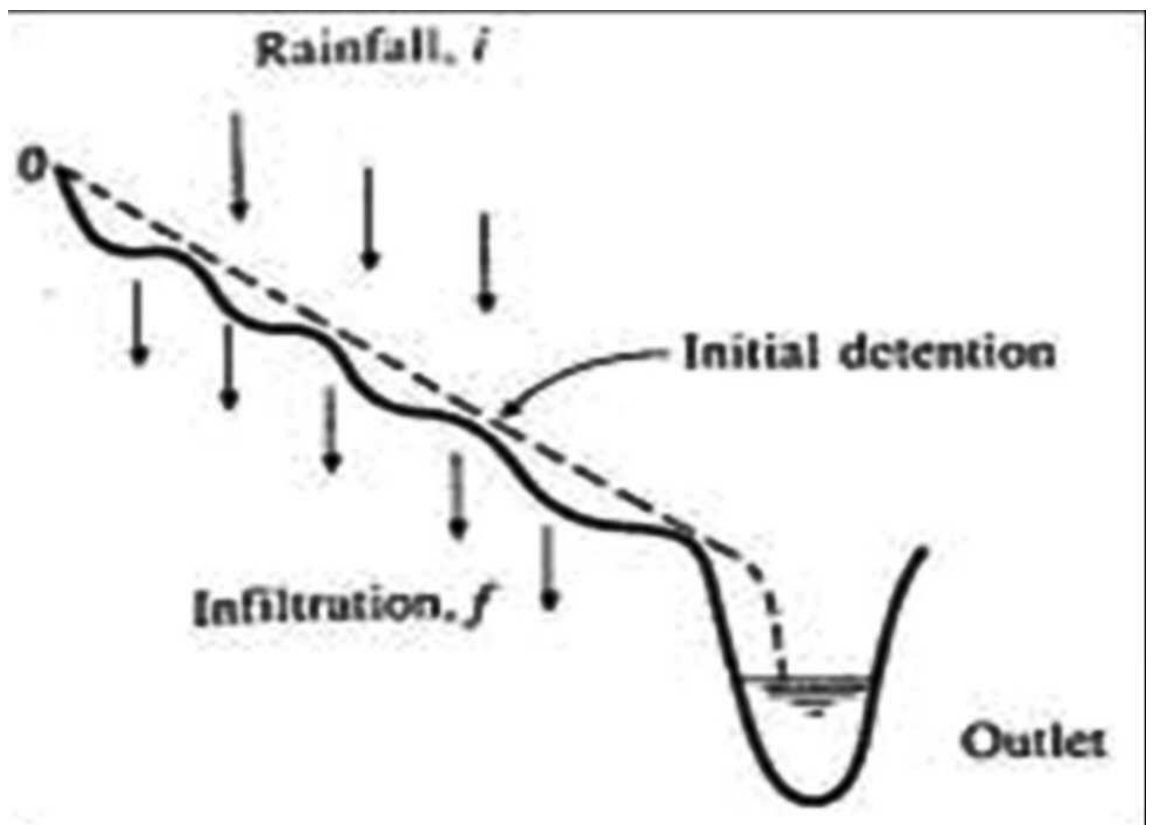


Figure 9. Ruissellement Hortonien (Chow et al., 1988)

CHAPITRE II : Identification des sources d'alimentation en eau

En l'absence de données de mesure exhaustives sur le ruissellement dans le bassin versant de l'oued Zhour, une approche d'extrapolation des mesures existantes a été adoptée. Les données d'écoulement recueillies sur l'oued Boussieba à la station d'El Milia, caractérisé par un bassin versant de 465 km² et présentant des similarités morphométriques et hydro-climatologiques avec la zone d'étude, ont été utilisées comme référence.

Pour estimer le ruissellement annuel (R) dans le bassin versant de l'oued Zhour, les relations empiriques de Tixeront-Berkaloff ont été employées :

$$R = \alpha * (P - ETP)$$

$$\alpha = 0,0026 * (P / ETP)$$

Où :

R : est le ruissellement annuel en mètres (m).

P : est la précipitation annuelle en mètres (m).

ETP : est l'évapotranspiration potentielle annuelle en mètres (m).

α : est un coefficient d'écoulement.

Considérant la variabilité des précipitations dans la région de l'oued Zhour, oscillant entre 766 et 906 mm, les estimations du ruissellement annuel ont été calculées pour cette gamme de valeurs de précipitations. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9. Résultats du calcul du ruissellement dans la région d'Oued Zhour

Station	Paramètre			
	P (m/an)	R(mm)	R (%)	R moyen (%)
Afflassane	0.7660	149.8	19.56	24.18
El Milia	0.8775	225.2	25.66	
Settara	0.9058	247.7	27.34	

Source :(CHOUIT, 2015)

L'analyse des données du tableau révèle que le ruissellement annuel moyen dans la région d'étude oscille entre 102 et 165 mm, ce qui représente environ 24 % des

CHAPITRE II : Identification des sources d'alimentation en eau

Précipitations annuelles moyennes. Cette proportion est légèrement inférieure au coefficient de ruissellement observé dans le bassin versant de l'oued Boussieba (29 %), caractérisé par une superficie similaire (465 km²).

Malgré cette légère différence, il est jugé acceptable d'adopter un coefficient de ruissellement de 24 % pour le bassin versant de l'oued Zhour au site du barrage projeté. Cette décision se fonde sur plusieurs arguments :

Similarités morphométriques et hydroclimatiques : Les bassins versants de l'oued Zhour et de l'oued Boussieba présentent des caractéristiques morphologiques et hydroclimatiques semblables, suggérant un comportement hydrologique comparable en termes de ruissellement.

Variabilité des précipitations : Le coefficient de ruissellement moyen de 24 % intègre la variabilité des précipitations dans la région de l'oued Zhour, offrant une estimation robuste pour le site du barrage projeté.

Approche prudente : L'adoption d'un coefficient de ruissellement légèrement inférieur à celui observé dans l'oued Boussieba s'inscrit dans une démarche prudente, garantissant une estimation conservatrice du ruissellement potentiel au site du barrage.

Le choix d'un coefficient de ruissellement de 24 % pour le bassin versant de l'oued Zhour au site du barrage projeté repose sur une analyse rigoureuse des données disponibles et sur une prise en compte des similarités morphométriques et hydro climatologiques entre les bassins versants étudiés. Cette estimation, bien que légèrement inférieure à celle observée dans l'oued Boussieba, offre une approche prudente et réaliste pour la quantification du ruissellement potentiel dans cette zone.

1-2 Infiltration

En hydrologie, l'infiltration désigne le processus par lequel l'eau à la surface du sol (précipitations, irrigation, etc.) s'infiltré dans le sol et les couches rocheuses sous-jacentes. Il s'agit d'un processus crucial dans le cycle de l'eau, car il reconstitue les ressources en eau souterraine et influence la formation des cours d'eau. (**Farida.B, 2011/2012**)

Le taux et la quantité d'infiltration sont influencés par divers facteurs, notamment :

Propriétés du sol: Texture, porosité et perméabilité du sol.

Couverture végétale: La présence et le type de végétation peuvent affecter l'infiltration en interceptant les précipitations et en influençant la structure du sol.

Occupation des sols: Les activités humaines telles que l'urbanisation et l'agriculture peuvent modifier les propriétés du sol et affecter l'infiltration.

Intensité des précipitations : De fortes précipitations peuvent dépasser la capacité d'infiltration du sol, entraînant un ruissellement.

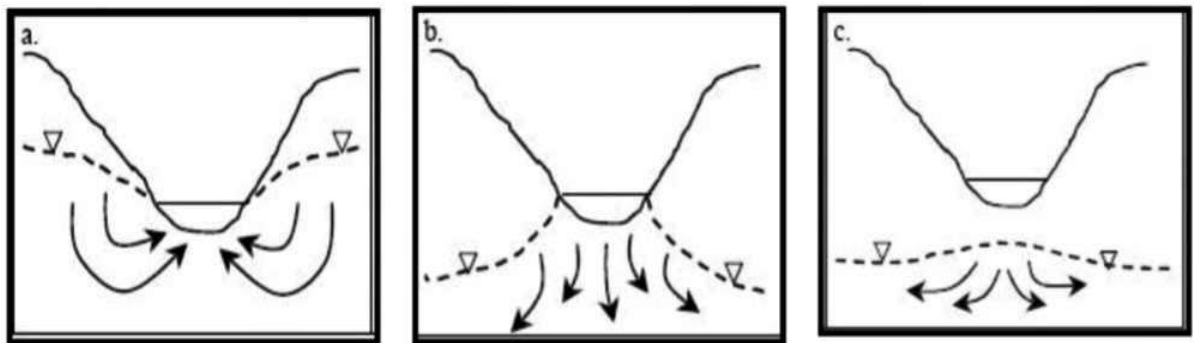


Figure 10. Schématisation des interactions entre nappes et cours d'eau (Farida, 2011/2012).

La figure 10. Illustre les relations dynamiques entre les nappes souterraines et les cours d'eau, mettant en évidence trois configurations distinctes:

a) Nappe contributive

Dans ce scénario, la nappe souterraine alimente le cours d'eau par l'intermédiaire de sources naturelles ou d'efflux d'eau. La nappe joue un rôle fondamental dans le maintien du débit du cours d'eau, en particulier pendant les périodes de sécheresse.

b) Nappe alluviale libre alimentée par le cours d'eau

Dans ce cas, le cours d'eau représente la principale source d'alimentation de la nappe alluviale. L'eau s'infiltré depuis le lit du cours d'eau vers la nappe, contribuant à sa recharge et à son maintien. Ce type d'interaction est fréquent dans les zones alluviales où les nappes sont peu profondes et les cours d'eau à débit important.

c) Nappe alluviale captive alimentée par le cours d'eau

CHAPITRE II : Identification des sources d'alimentation en eau

Similaire au cas b), la nappe alluviale captive est également alimentée par le cours d'eau par infiltration. Cependant, cette nappe est confinée entre deux couches imperméables, ce qui limite son interaction avec la surface et les eaux souterraines adjacentes. L'alimentation par le cours d'eau joue un rôle essentiel dans le maintien du niveau piézométrique de la nappe captive.

Pertes par infiltration dans le lit du cours d'eau (cas b et c):

Dans les configurations b) et c), où le cours d'eau alimente la nappe alluviale, des pertes d'eau par infiltration se produisent au niveau du lit du cours d'eau. Ces pertes contribuent à la recharge de la nappe et influencent le bilan hydrique global du système.

L'importance des pertes par infiltration dépend de divers facteurs, tels que la perméabilité du lit du cours d'eau, la vitesse d'écoulement de l'eau et la hauteur du niveau d'eau dans la nappe.

L'équation du bilan hydrologique, utilisée pour déterminer l'infiltration (I) dans le bassin versant de l'oued Zhour, s'exprime comme suit:

$$\mathbf{P = I + S + R + ETR}$$

Où:

P : est la précipitation (mm)

I : est l'infiltration (mm)

S : est le stockage et les pertes dans les dépressions (mm)

R : est le ruissellement (mm)

ETR : est l'évapotranspiration réelle (mm)

D'après les données disponibles, l'évapotranspiration réelle moyenne (ETR) représente 51% des précipitations (P) et le ruissellement (R) correspond à 24% des précipitations. Par conséquent, la lame d'eau retenue dans le bassin (S + I) peut être estimée par différence:

$$\mathbf{(S + I) = P - R - ETR}$$

$$\mathbf{(S + I) = 0.25 * P}$$

Estimation de l'infiltration :

En considérant que le stockage et les pertes dans les dépressions (S) sont négligeables par rapport à l'infiltration (I), l'infiltration peut être estimée comme suit:

$$I \approx 0.25 * P$$

Le tableau 10 et la figure 11 présentent les résultats obtenus pour l'infiltration dans le bassin versant de l'oued Zhour. Il est important de noter que ces estimations sont considérées comme prudentes et pourraient être légèrement sous-estimées.

Tableau 10. Calcul de l'infiltration et les pertes dans les dépressions Région d'Oued Zhour (Année moyenne)

Station	Paramètre						
	P(mm)	ETR(mm)	ETR(%)	R(mm)	R(%)	I+S(mm)	I+S(%)
Afflassane	766.0	461.8	60	149.8	19.56	154.4	20.15
El Milia	877.5	454.5	52	225.2	25.66	197.8	22.5
Settara	905.8	363.1	40	247.7	27.34	295.0	32.56
Moyenne	849.8	426.47	50.67	207.57	24.19	215.73	25.07

Source : (CHOUIT, 2015)

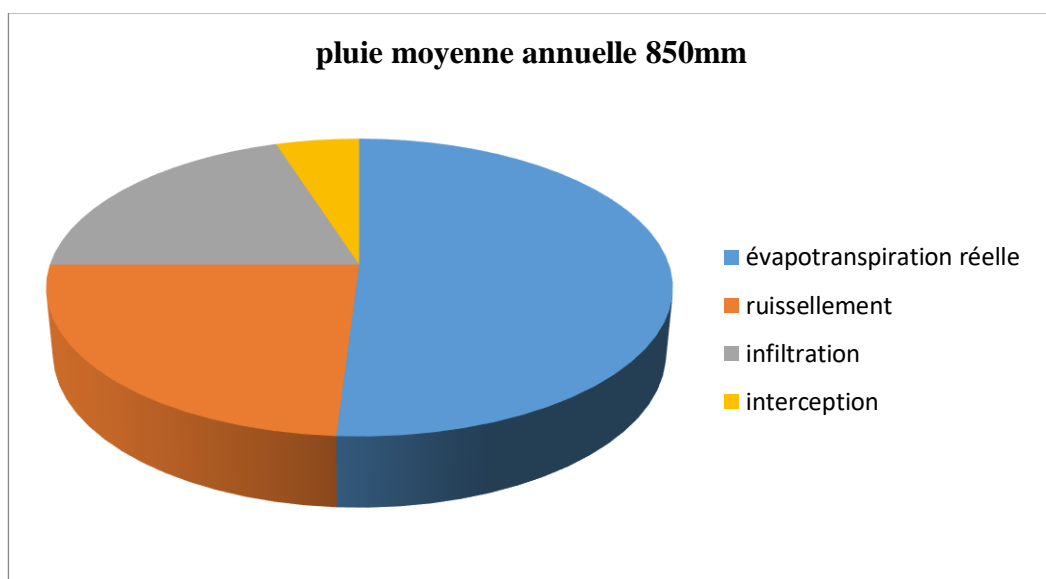


Figure 11. Bilan hydrologique dans le bassin de l'oued Zhour.

CHAPITRE II : Identification des sources d'alimentation en eau

L'estimation de l'infiltration repose sur des données moyennes et des hypothèses simplificatrices. Des études plus approfondies, intégrant des mesures de terrain et des modèles hydrologiques plus sophistiqués, pourraient permettre d'obtenir des estimations plus précises de l'infiltration dans le bassin versant de l'oued Zhour.

Ajustement du taux d'infiltration en considérant le stockage dans les dépressions :

En intégrant le stockage dans les dépressions (S) dans l'estimation de l'infiltration (I), le taux d'infiltration moyen dans le bassin versant de l'oued Zhour peut être réajusté comme suit :

$$I = (P - R - ETR) - 0.2 * (P - R - ETR)$$

$$I = 0.8 * (P - R - ETR)$$

En se basant sur les estimations précédentes pour le ruissellement (R) et l'évapotranspiration réelle (ETR), et en supposant que le stockage dans les dépressions représente 20% des quantités d'eau retenues dans le bassin (McCUEN, 1982), le taux d'infiltration moyen s'élève à :

$$I \approx 0.8 * (P - 0.24P - 0.51P)$$

$$I \approx 0.25P$$

Implications:

Cette estimation révisée du taux d'infiltration (25% des précipitations) suggère que le processus

D'infiltration joue un rôle encore plus important dans le bilan hydrologique du bassin versant de l'oued Zhour que précédemment estimé. Cela met en évidence la nécessité de prendre en compte les différentes composantes du bilan hydrologique, y compris le stockage dans les dépressions, pour obtenir une compréhension plus précise du cycle de l'eau dans cette région.

2) Eaux souterraines

Les eaux souterraines, situées sous la surface du sol dans les pores et les fissures des roches, constituent une ressource en eau douce vitale pour l'humanité et les écosystèmes. Elles représentent environ 97% des ressources en eau douce accessibles dans le monde, surpassant

de loin les eaux de surface comme les lacs et les rivières, dépendent de divers processus d'alimentation pour leur renouvellement et leur maintien.

2-1 Alimentation

Processus d'alimentation des eaux souterraines:

Infiltration: Le processus dominant par lequel les eaux souterraines se rechargent est l'infiltration des eaux de surface, principalement des précipitations, dans le sol et les couches rocheuses sous-jacentes. La perméabilité du sol, la couverture végétale et l'intensité des précipitations influencent l'infiltration.

Infiltration latérale: L'eau provenant des rivières, des lacs et des zones humides peut s'infiltrer latéralement dans les terres adjacentes, contribuant à l'alimentation des nappes souterraines. Ce processus est particulièrement important dans les zones alluviales et les bassins versants.

Remplissage des karsts: Dans les régions caractérisées par des formations karstiques, comme les plateaux calcaires, l'eau de surface s'infiltré rapidement par des fissures et des conduits, alimentant les nappes souterraines karstiques.

Remontée d'eaux profondes: Dans certains cas, des eaux souterraines profondes peuvent remonter vers la surface par des failles ou des sources, contribuant à l'alimentation de nappes peu profondes ou de cours d'eau.

Facteurs influençant l'alimentation des eaux souterraines:

Précipitations: La quantité et la répartition des précipitations jouent un rôle crucial dans l'alimentation des eaux souterraines. Des régions arides reçoivent généralement moins de précipitations, ce qui entraîne une recharge plus lente des nappes souterraines.

Perméabilité du sol: La capacité du sol à absorber et à laisser s'infiltrer l'eau influence significativement l'alimentation des nappes souterraines. Les sols perméables, comme les sables et les graviers, favorisent une infiltration rapide, tandis que les sols imperméables, comme les argiles, limitent l'infiltration.

Couverture végétale: La végétation joue un rôle important dans la régulation de l'infiltration. Les forêts et les prairies favorisent une infiltration lente et régulière, tandis que

CHAPITRE II : Identification des sources d'alimentation en eau

les zones dénudées peuvent être sujettes à un ruissellement important, réduisant l'alimentation des nappes souterraines.

Activités humaines: Les activités humaines, telles que l'agriculture, l'urbanisation et le prélèvement excessif d'eaux souterraines, peuvent affecter l'alimentation des nappes souterraines. L'irrigation, par exemple, peut augmenter l'infiltration dans certains cas, mais une surexploitation peut épuiser les réserves d'eau souterraine.

L'oued Zhour, situé dans la région des Côtiers Constantinois Centre en Algérie, se distingue par son caractère montagneux et ses ressources en eau abondantes. Caractérisé par des précipitations annuelles dépassant 850 mm, le bassin est drainé par un réseau dense d'oueds et de chaabets, alimentés essentiellement par les eaux de pluie montrés dans la figure 12. Les caractéristiques remarquables du bassin versant d'Oued Zhour :

Relief montagneux : Le bassin versant de l'oued Zhour a une topographie accidentée en raison de son emplacement sur un terrain montagneux. Cette disposition favorise le drainage des eaux de pluie et aide à approvisionner les cours d'eau.

Pluies abondantes : Le bassin versant bénéficie d'une pluviométrie généreuse, avec des précipitations annuelles moyennes dépassant 850 mm. Cet apport important en eau est un avantage précieux pour la région.

Réseau hydrographique dense: Le bassin versant de l'oued Zhour est traversé par un dense réseau d'oueds et de chaabets. Ces rivières, qui sont alimentées par les eaux de pluie, jouent un rôle très important dans le drainage du bassin et le déplacement des sédiments.



Figure 12. Plaine alluviale de l'oued Zhour (CHOUIT, 2015)

Analyse de la nappe alluviale de l'oued Zhour :

2-1-1 Caractéristiques géologiques:

Type de nappe : La nappe alluviale de l'oued Zhour est une nappe libre au nord (forage OZ 1) et semi-captive au sud (OZ 2). Cela signifie que la nappe est en contact direct avec la surface du sol au nord, tandis qu'au sud, elle est recouverte d'une couche imperméable de 2 à 5 mètres d'épaisseur montrée dans la figure 13.

Composition : La nappe est constituée d'alluvions à dominance sableuse, avec une épaisseur de 30 à 35 mètres. Cette composition sablonneuse confère à la nappe une perméabilité élevée, favorisant l'infiltration et la circulation des eaux souterraines.

Substratum : La nappe repose sur un substratum marneux d'épaisseur variable. Les marnes étant des roches imperméables, elles limitent l'extension verticale de la nappe et contribuent à son confinement au sud.

Réserves et exploitation:

Réserves : La nappe alluviale de l'oued Zhour a une réserve totale estimée à 10 millions de mètres cubes (Hm³). (STROJEXPORT, 1983)

Exploitation : La nappe est exploitée par deux forages, Oued Zhour 1 (El Khemis-El Malab) sur la rive droite et Oued Zhour 2 (Rekouba, Douar El Djizaiya) sur la rive gauche. Ces forages permettent de pomper l'eau souterraine pour divers usages, notamment l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation. (STROJEXPORT, 1983)

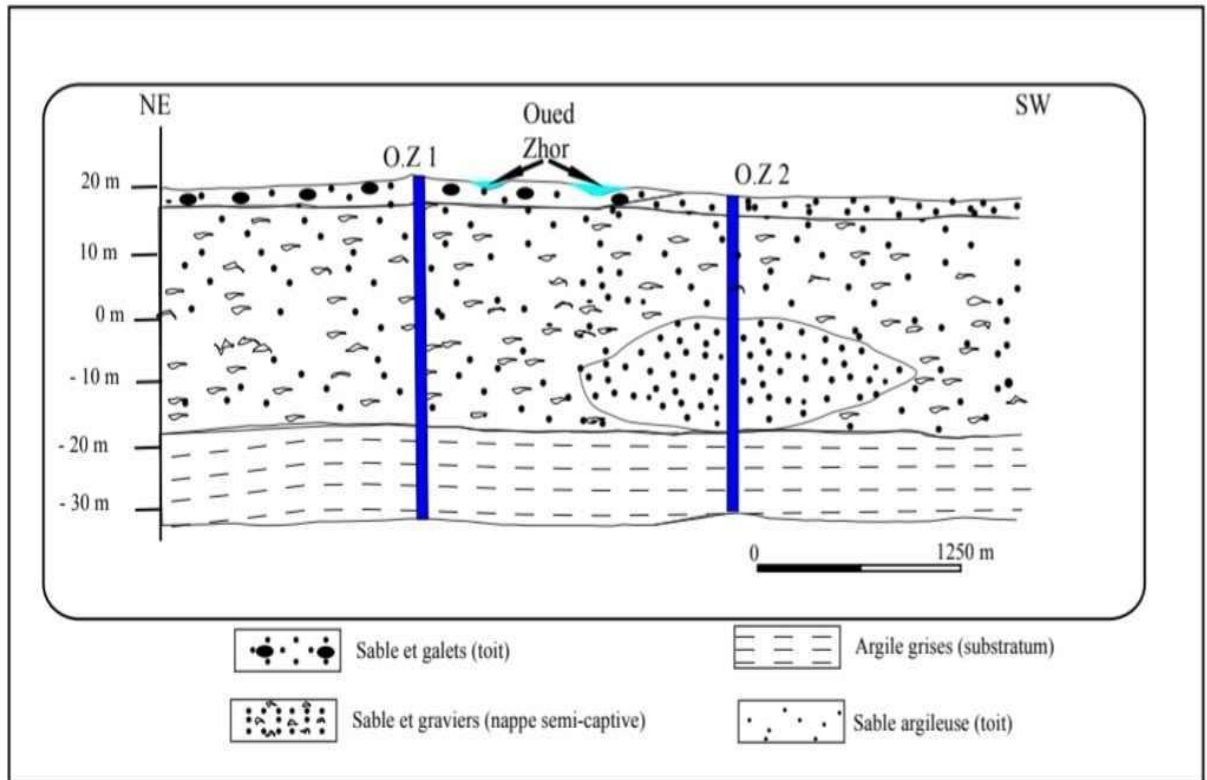


Figure 13. Coupe hydrogéologique schématisée dans l'aquifère d'Oued Zhour (Samia, 2006)

2-1-2 Écoulement

L'oued Zhour se distingue comme le principal cours d'eau de la région, caractérisé par un écoulement permanent qui alimente et façonne le paysage environnant. Son bassin versant, d'une superficie de 96 kilomètres carrés au niveau du site du barrage proposé, joue un rôle crucial dans la collecte et la gestion des ressources en eau de la zone.

Écoulement permanent : L'oued Zhour se distingue par son écoulement permanent, ce qui signifie qu'il transporte de l'eau toute l'année, même pendant les saisons sèches. Cette caractéristique vitale assure un approvisionnement en eau constant pour les populations locales, l'agriculture et les écosystèmes environnants.

Bassin versant: Le bassin versant de l'oued Zhour s'étend sur 96 kilomètres carrés au niveau du site du barrage proposé. Cette zone de captage collecte les eaux de pluie et les eaux de surface, les dirigeant vers le cours d'eau principal. La gestion durable du bassin versant est essentielle pour maintenir la qualité et la quantité d'eau dans l'oued Zhour.

Rôle hydrologique: L'oued Zhour joue un rôle central dans le cycle hydrologique de la région. Il draine les eaux de surface du bassin versant, les transportant vers des zones plus

basses et contribuant à la recharge des nappes souterraines. De plus, le cours d'eau alimente les zones humides et les écosystèmes aquatiques, favorisant la biodiversité et la santé des milieux naturels.

3) Eaux superficielles :

Les eaux de surface dans les bassins versants font référence aux ressources situées à la surface du sol, comme les rivières, les lacs, les marécages et les glaciers. Ces ressources sont essentielles pour la santé des écosystèmes et le bien-être humain, car elles fournissent de l'eau potable, soutiennent l'agriculture, régulent le climat et offrent des opportunités de loisirs.

3-1 Types de ressources superficielles:

- **Cours d'eau:** Les principales ressources en eau des bassins versants sont les rivières, les cours d'eau et les fleuves. Ils évacuent l'eau de la surface et l'acheminent vers des points de collecte plus importants, comme les lacs ou les océans. Les rivières fournissent de l'eau pour divers besoins, tels que la consommation humaine, l'irrigation, la production d'énergie hydroélectrique et le transport.

- **Lacs:** Des lacs se forment dans les dépressions du terrain ou lorsque des cours d'eau sont obstrués, et ils peuvent contenir de l'eau douce ou salée. Ils jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat local et constituent d'importantes réserves d'eau.

Les lacs sont aussi des lieux de vie pour une grande diversité de plantes et d'animaux, et attirent beaucoup de visiteurs pour les activités récréatives et le tourisme.

- **Zones humides:** Les zones humides sont composées de marais, de marécages, de tourbières et de mangroves. Leur présence d'eau, qu'elle soit permanente ou saisonnière, les distingue et elles hébergent une biodiversité exceptionnelle. Les zones humides ont un rôle essentiel dans la purification de l'eau, la prévention des inondations, le stockage du carbone et la fourniture d'habitat pour les animaux et les plantes.

- **Glaciers:** Les glaciers se forment dans les régions montagneuses en tant que masses de glace compactée. Ils forment des réserves d'eau douce importantes et aident à réguler le débit des cours d'eau en aval. Les touristes et les amateurs de sports d'hiver sont également attirés par les glaciers.

Le bassin versant de l'oued Zhour se distingue par un réseau hydrographique dense et hiérarchisé, caractérisé par une multitude d'oueds et de chaabets disséminés sur l'ensemble de son territoire. Ce réseau complexe, alimenté principalement par les eaux de pluies abondantes de la région (plus de 850 mm/an), constitue une ressource précieuse pour la zone.

L'oued Zhour, cours d'eau à écoulement permanent, joue un rôle central dans ce système hydrographique. Il s'impose comme le principal cours d'eau du bassin, drainant un bassin versant de 96 kilomètres carrés.

3-1-1 Les Oueds

L'oued Zhour, cours d'eau permanent drainant un bassin versant de 96 kilomètres carrés, ne reçoit pas d'affluents majeurs. Son alimentation provient principalement des précipitations directes sur son bassin versant, ainsi que de l'infiltration des eaux de surface.

Cependant, plusieurs cours d'eau de moindre importance contribuent à l'alimentation en eau du bassin versant de l'oued Zhour. Ces affluents, souvent à caractère saisonnier, rejoignent l'oued Zhour en différents points de son parcours.

Parmi les principaux affluents, on peut citer:

✓ *Oued Sidi Slimane*: Situé au nord-ouest du bassin versant, l'oued Sidi Slimane draine une zone semi-aride et apporte un débit saisonnier à l'oued Zhour.

✓ *Oued Sidi Yahia*: Ce cours d'eau, situé au sud-ouest du bassin versant, contribue à l'alimentation en eau pendant les périodes de hautes eaux.

✓ *Oued Sidi M'Hamed*: Un affluent de moindre importance, l'oued Sidi M'Hamed rejoint l'oued Zhour en aval de la ville d'El Bayadh.

✓ Ruisseaux saisonniers: De nombreux petits ruisseaux saisonniers, alimentés par les précipitations, contribuent également à l'alimentation en eau du bassin versant, en particulier pendant les saisons humides.

Il est important de noter que la contribution de ces affluents varie en fonction des saisons et des précipitations. Pendant les périodes sèches, leur débit peut être très faible, voire inexistant.

L'évaluation des apports en eau annuels de l'oued Boussieba s'appuie sur une méthodologie rigoureuse utilisant plusieurs équations (5 à 12). Cette approche multi-équations permet de générer une série synthétique de débits annuels pour l'oued Boussieba.

Pour chaque année, le débit moyen est calculé en prenant en compte les résultats obtenus par les huit équations.

Pour assurer que les résultats sont fiables, la méthode a été validée en comparant ses données avec celles des écoulements mesurés de l'oued Boussieba à la station d'El Milia sur une période de 19 ans (1972 - 1990). Grâce à cette comparaison, on a pu évaluer la précision et la robustesse de l'approche multi-équations.

Avantages de l'approche multi-équations:

L'utilisation de plusieurs équations offre plusieurs avantages majeurs : L'utilisation de plusieurs équations offre plusieurs avantages majeurs :

Réduction des incertitudes: En combinant les résultats de différentes équations, on peut réduire les incertitudes propres à chaque équation individuelle grâce à cette méthode.

Meilleure prise en compte de la variabilité hydrologique : En prenant en compte la variabilité hydrologique du bassin versant de l'oued Boussieba, l'approche multi-équations permet de s'adapter aux différentes conditions climatiques et hydrogéologiques pour une meilleure prise en compte.

Robustesse accrue des résultats: La combinaison des résultats de plusieurs équations rend les estimations des apports en eau annuels plus fiables, ce qui confère une robustesse accrue pour la prise de décision en matière de gestion des ressources en eau.

3-1- Retenues collinaires :

Effectivement, les retenues collinaires jouent un rôle essentiel dans la wilaya de Skikda, principalement pour l'irrigation. Au nombre de 32, ces retenues permettent de mobiliser un volume d'eau d'environ 4 millions de mètres cubes (Mm³) par an, contribuant ainsi à l'alimentation en eau des terres agricoles de la région.

Il est important de souligner que l'état des retenues collinaires varie considérablement. Si un grand nombre d'entre elles se trouvent en bon état avec des capacités pouvant atteindre 400000 m³, d'autres sont malheureusement en état moyen ou mauvais. Cette situation affecte leur capacité de stockage et leur contribution effective à l'irrigation. **(BEN RABAH, S,2006)**

L'oued Zhour, situé dans la wilaya de Skikda en Algérie, ne dispose pas de retenues collinaires à proprement parler. En effet, la configuration géographique du bassin versant de l'oued Zhour, caractérisé par un relief montagneux et des cours d'eau à écoulement rapide, ne s'avère pas favorable à la construction de barrages de grande envergure.

Cependant, il existe plusieurs petits barrages de retenue construits sur des affluents de l'oued Zhour, principalement à des fins d'irrigation et d'approvisionnement en eau potable pour les villages environnants. Parmi ces barrages, on peut citer :

a) **Barrage de Sidi M'Hamed:** Situé sur l'oued Sidi M'Hamed, un affluent de l'oued Zhour, ce barrage a une capacité de stockage de 0,5 million de mètres cubes. Il alimente en eau potable les communes de Sidi M'Hamed et de Beni Oulbène, présenter dans la figure 14.



Figure 14 Barrage de Sidi M'Hamed Skikda (Samia, 2006)

b) **Barrage de Beni Oulbène:** Ce barrage, également construit sur l'oued Sidi M'Hamed, a une capacité de stockage de 1 million de mètres cubes. Il contribue à l'irrigation des terres agricoles dans la région de Beni Oulbène.

c) **Barrage d'El M'Khala:** Situé sur l'oued El M'Khala, un autre affluent de l'oued Zhour, ce barrage a une capacité de stockage de 0,2 million de mètres cubes. Il fournit de l'eau potable à la commune d'El M'Khala.

Il est important de noter que ces barrages de retenue ont une capacité de stockage relativement faible comparée à de grands barrages. Leur construction a répondu à des besoins spécifiques d'irrigation et d'approvisionnement en eau potable à l'échelle locale, mais n'a pas permis une régulation significative du débit de l'oued Zhour.

En conclusion, l'oued Zhour ne dispose pas de retenues collinaires majeures en raison des caractéristiques géomorphologiques de son bassin versant. Les petits barrages existants répondent à des besoins locaux d'accès à l'eau, mais n'ont pas d'impact significatif sur la régulation du débit de l'oued.

CHAPITRE III

Paramètres physico-chimique et gestion de l'eau
dans le bassin versant de l'Oued Zhour.

1) Paramètre physico-chimique de l'eau d'Oued Zhou

Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines : comprendre comment elles sont composées et quels niveaux de qualité elles ont.

Les eaux souterraines, qui jouent un rôle essentiel dans le cycle hydrologique, se caractérisent par des propriétés physico-chimiques distinctes. Ces propriétés sont influencées par leur origine géologique, leurs interactions avec les roches et les sols ainsi que par les activités humaines. L'analyse des caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines est essentielle pour: Évaluer leur potabilité: Vérifier si elles respectent les standards de qualité sanitaire pour être consommées par l'homme, Comprendre leur origine et leur circulation: Repérer les facteurs géologiques et hydrologiques qui ont une influence sur ces processus, Assurer une gestion durable des ressources: Empêcher la pollution et l'épuisement des nappes phréatiques et Prévenir les risques liés à la contamination: Repérer la présence de substances nuisibles comme les nitrates, les pesticides ou encore les métaux lourds. **(rédigée par l'équipe technique du RÉFEA)**

Les principales caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines incluent:

1-1 : La température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indicateurs sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du PH possèdent généralement un thermomètre intégré.

1-2 : La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous formes d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en général automatiquement cette conversion.

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau.

Comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltrations... La conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimiques de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire.

1-3 : pH

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH neutralité comme le tableau 11 présente. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Le PH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie.

Tableau 11. Classification des eaux d'après leur pH.

pH<5	Acidité forte : présente d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
7<pH<8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surfaces
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
ph=8	Alcalinité forte, évaporation intense

Source : (RéFEA)

1-4 : Turbidité :

La mesure de turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organique, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usages

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre comme le tableau 12 présente.

Tableau 12. Classe de turbidité usuelle.

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU<50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

Source : (RéFEA)

1-5 : Ions majeurs

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs on distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les ions : chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate.

1-6 : Autres éléments dissous

- Le fer

La présence de fer dans les eaux souterraines a de multiples origines : le fer, sous forme de pyrite (FeS_2), est couramment associé aux roches sédimentaires déposées en milieu réducteur (marnes, argiles) aux roches métamorphiques. Il se retrouve souvent à de fortes concentrations dans les eaux des cuirasses d'altération de socle.

Présent sous forme réduite (Fe^{2+}), le fer est oxydé par l'oxygène de l'air et précipite sous forme ferrique lorsque l'eau est pompée.

Les dalles de forages ou puits sont alors colorées en brun/rouille et les populations se désintéressent parfois de la ressource car l'utilisation d'une eau chargée en fer pour la lessive colore le linge, et consommée directement ou sous forme d'infusion (thé...), peut avoir un goût prononcé.

- Le fluor

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

Les sources principales de fluor dans les eaux souterraines sont les roches sédimentaires (fluoro-apatite des bassins phosphatés par exemple) mais également les roches magmatiques et certains filons. Les zones de thermalisme sont aussi concernées.

Les concentrations en fluor sont plus faibles si la teneur en Ca^{2+} , issu du gypse par exemple, est forte. Le temps de contact entre roche et eau souterraine ainsi que les réactions chimiques déterminent les teneurs en F-(équilibre avec la fluorine, Ca^{2+} dominant).

Le fluor est reconnu comme un élément essentiel pour la prévention des caries dentaires (dentifrices fluorés).

Cependant, une ingestion régulière d'eau dont la concentration en fluor est supérieure à 2mg/l (OMS) peut entraîner des problèmes de fluorose osseuse et dentaire (coloration en brun des dents pouvant évoluer jusqu'à leurs pertes). Les enfants sont particulièrement vulnérables à cette atteinte.

- L'aluminium

La question de l'aluminium se pose essentiellement après traitement de l'eau avec un composé d'aluminium même si aucun risque sanitaire n'a pu être prouvé, on évoque le rôle aggravant de cet élément dans la maladie d'Alzheimer.

Selon l'OMS, la présence d'Aluminium à des concentrations supérieures à 0.2mg/l provoque souvent des plaintes de la part des consommateurs, en raison de la floculation de l'hydroxyle d'Aluminium dans les canalisations et d'une accentuation de la coloration de l'eau par le fer. **(rédigée par l'équipe technique du RÉFEA)**

2) Les caractéristiques physico-chimiques d'eau d'oued Z'hour :

Analyse approfondie de la qualité des eaux souterraines de l'Oued Zhour : entre minéralisation acceptable et défis liés aux nitrates et à la turbidité :

Selon les résultats des analyses physico-chimiques réalisées en 2005 par le bureau d'étude Bonard et Gardel sur deux forages (SPG 02 et SPD 03), il a été constaté que les eaux souterraines de l'Oued Zhour montrent une minéralisation acceptable, comme indiqué dans le tableau 3.

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

Toutefois, ces eaux ne présentent pas une clarté parfaite et contiennent des niveaux relativement élevés de composés azotés, tels que l'ammonium et les nitrites, en comparaison avec les normes de qualité d'eau potable actuellement en vigueur en Algérie.

D'après Bonard et Gardel (2008), la présence d'oxyde de fer dans les fissures des roches du socle cristallin pourrait être à l'origine de ces valeurs élevées de turbidité, un phénomène souvent constaté dans les cuirasses d'altération associées à ce type de roches.

Cette situation soulève plusieurs points importants:

2-1 Qualité acceptable du point de vue de la minéralisation:

Les eaux souterraines de l'Oued Zhour présentent une concentration en sels minéraux dissous dans les limites acceptables.

Cela signifie qu'elles ne sont ni trop salées ni trop fades, et qu'elles peuvent être utilisées pour divers usages, y compris l'irrigation et l'abreuvement du bétail.

2-2 Teneurs élevées en composés azotés:

Les concentrations en ammonium et en nitrites dépassent les normes de potabilité.

Cela représente un risque pour la santé humaine si l'eau n'est pas traitée avant d'être consommée.

Les nitrates peuvent causer des problèmes de santé, en particulier chez les nourrissons et les femmes enceintes, tandis que l'ammonium peut avoir un goût désagréable et affecter la digestion.

2-3 Turbidité élevée:

La présence d'oxyde de fer dans l'eau diminue sa clarté et peut lui donner une couleur jaunâtre ou brunâtre.

Cette turbidité n'est pas directement dangereuse pour la santé, mais elle peut affecter le goût et l'odeur de l'eau et rendre son utilisation difficile pour certains usages.

2-4 Désaffectation de forages et approvisionnement en eau potable alternatif:

Les teneurs élevées en fer ont conduit à la désaffectation du forage d'El Melab-El Khemis (OZ 1).

Le forage de Rekouba (OZ 2) reste fonctionnel, mais il ne sert qu'au lavage en raison de sa turbidité.

L'approvisionnement en eau potable est actuellement assuré par quatre sources, totalisant un débit de 25,5 l/s.

Tableau 13. Caractéristiques physicochimiques des eaux d'Oued Zhour.

Paramètre	Unité	Oued zhour		SPG 02	SPD 03	Norme
Localisation				(Rive droite)	(Rivegauche)	
Date de prélèvement		19.04.2005	25.07.2005	14.08.2005	14.08.2005	
pH	-	6.52	8.83	9.18	7.9	
Conductivité	µS/cm	200	280	400	600	
Turbidité eau brute	NTU	2.35	1.2	75.20	55.9	1-5
Turbidité eau décantée		1.13	0.72	5.10	16.5	
Résidu sec à 110°C	mg/l	121	163	255	412	
Calcium Ca ²⁺		18	26	40	57	
Magnésium Mg ²⁺		5	7	4	17	
Sodium Na ²⁺		18	20	18	41	
Potassium K ⁺		2	0	10	4	
Chlorure Cl ⁻		35	56	42	75	
Sulfate SO ₄ ²⁻		20	15	82	25	
Bicarbonates HCO ₃ ⁻		31	34	12	189	
Carbonates CO ₃		0	6	6	0	
Silices SiO ₂	mg/l	11.07	16.8	35.83	37.54	
Ammonium NH ₄		0	0.02	0.08	2.21	0.5
Nitrite NO ₂		0	0.01	0.38	0.02	0.1
Nitrate NO ₃		1.85	0	2.24	1.42	50
Phosphate PO ₄		0	0	0.03	0.29	5
Fluor		-	0.26	0.35	0.28	
Mat. Org. (Mil.AC.)		mg/l O ₂	1.3	2.8	4.9	5.3
TH	°F	6	9	12	21	
TAC		3	3	1	16	
TA		0	1	1	0	
Minéralisation globale	mg/l	129	164	217	409	

Source : (CHOUIT, 2015)

2-5 Contamination bactérienne des eaux de l'Oued Zhour :

Le 09 octobre 2012, le laboratoire d'hygiène de la wilaya de Constantine (D.S.P.S.) a réalisé une analyse bactériologique des eaux de l'Oued Zhour au site du barrage.

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

Les résultats mettent en évidence une présence inquiétante de germes pathogènes.(Tableau.14)

À cause de cette contamination bactérienne, l'eau n'est pas apte à être consommée par les humains et ne respecte pas les normes sanitaires en vigueur.

Conséquences de la contamination bactérienne:

Risques sanitaires importants: Si vous buvez de l'eau contaminée par des germes pathogènes, cela peut provoquer de graves problèmes de santé tels que des diarrhées, des vomissements, des fièvres voire même des infections plus sévères.

Inaccessibilité à l'eau potable: Les populations locales sont privées d'une ressource vitale pour leur santé et leur bien-être dans cette situation.

Impact sur le développement économique et social: Le manque d'eau potable de qualité peut entraver le progrès économique et social de la région.

En conclusion, la contamination bactérienne des eaux de l'Oued Zhour constitue un défi majeur pour l'accès à l'eau potable dans la région. La mise en place d'une station de traitement efficace et l'adoption de mesures préventives sont indispensables pour garantir la sécurité et la qualité de l'eau pour les populations locales.

Il est important de noter que l'analyse bactériologique ne donne qu'une indication de la qualité de l'eau à un moment donné. Des analyses régulières sont nécessaires pour surveiller la qualité de l'eau et s'assurer de son adéquation à la consommation humaine.

Tableau 14. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de l'oued Zhour.

Analyses Effectuées	Echantillons 1	Echantillons 2	Echantillons 3
Coliforme Fécaux thermo tolérant / 100 ml	13	05	13
Coliforme Totaux / 100ml	1100	1100	1100
Streptocoques/100ml	1100	1100	1100
Clostridium S/Rà46°C/ml	00	00	00
Salmonellas	Absence	Absence	Absence
Germes aérobies à 37°C col/ml	3.10 ⁶	2.10 ⁶	2.10 ⁶

Source : (NEE-SPA, 2012)

3) Utilisation de l'eau

L'eau, qui se présente sous différentes formes, est un élément essentiel de notre planète et joue un rôle primordial dans de nombreux processus. Il est vital de la préserver pour assurer l'avenir de l'humanité et de tous les êtres vivants.

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

71% de la surface terrestre est recouverte d'eau, d'où son surnom de "planète bleue".
(Serge Lecomte, 2018)

Son volume total est estimé à environ 1,4 milliard de km³, soit un cube de plus de 1 000 km de côté, Cette quantité d'eau est restée stable à travers les âges.

-97,2% de l'eau sur Terre est salée, présente dans les océans, les mers intérieures et certaines nappes souterraines présenter dans la figure15.

-Seuls 2,8% de l'eau sont douce, soit environ 35,2 millions de milliards de mètres cubes, Sur cette quantité d'eau figure16.

*68,7 % se trouvent dans les glaciers.

*30,1 % dans les nappes phréatiques.

*0,8 % dans le permafrost.

*0,4 % en surface et dans l'atmosphère. (société Publique de Gestion de L'eau)

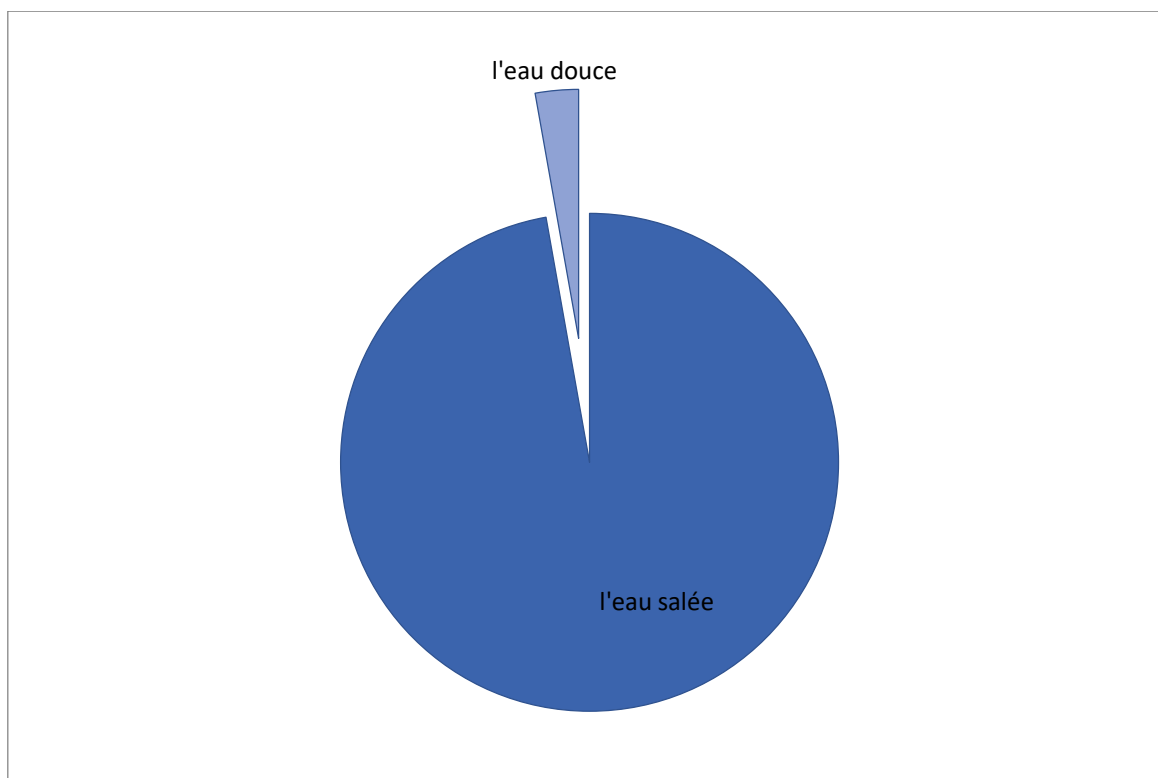


Figure 15. Réserve en eau au niveau mondial 1,4 milliard de km³.

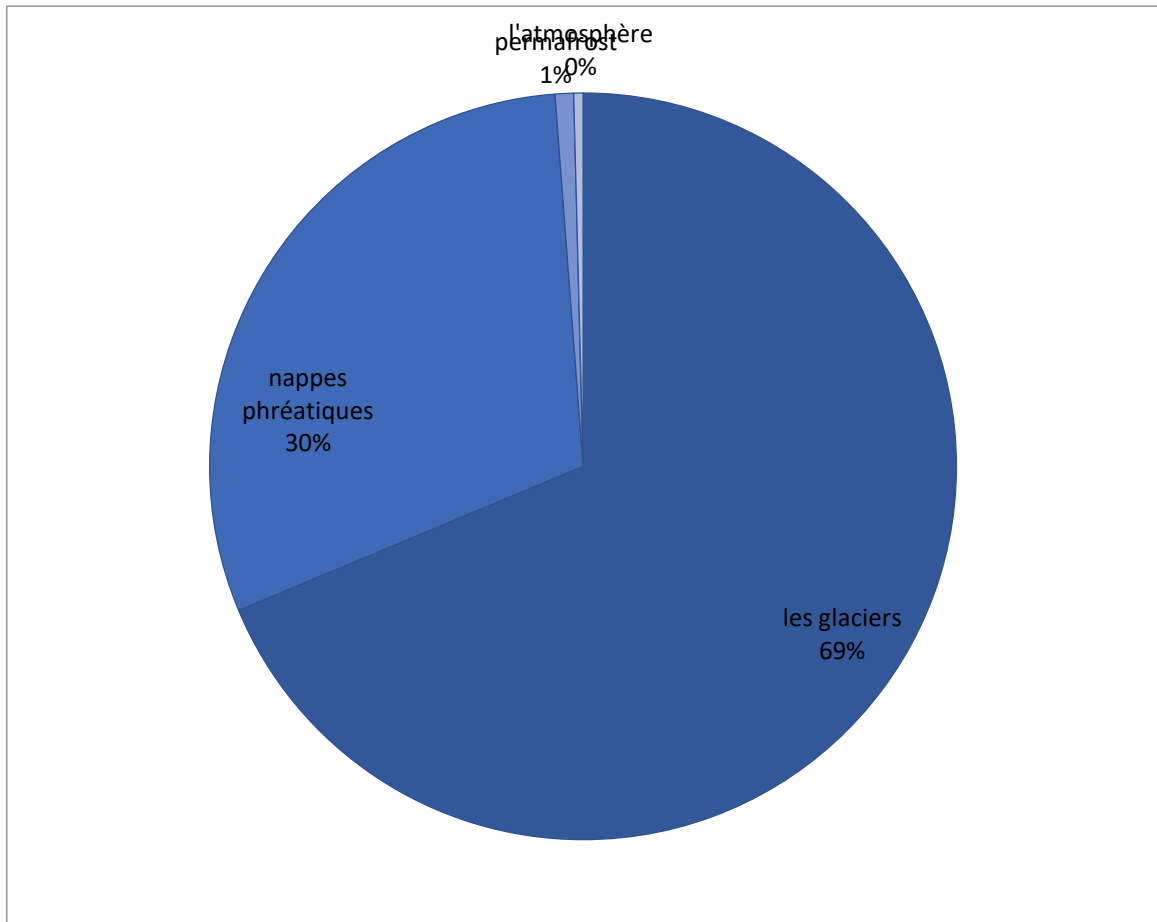


Figure 16. Réserve en eau douce au niveau mondial.

La plupart de l'eau douce se trouve sous forme de glace polaire et n'est pas utilisable. Il ne reste donc qu'environ un quart de l'eau douce pour que tous les habitants de la planète bleue puissent assouvir leurs besoins, c'est donc très peu. Heureusement, cette eau se renouvelle assez rapidement : En moyenne, une rivière prend 16 jours et un lac prend 17 ans. Il est crucial de garantir que cette eau douce reste propre afin d'éviter que la pollution ne détruise cette toute petite portion d'eau dont les hommes ont besoin.

Utilisation des prélèvements mondiaux en eau figure 17.

Agriculture : 70 %.

Industries : 20 %.

Consommation domestique : 10%.

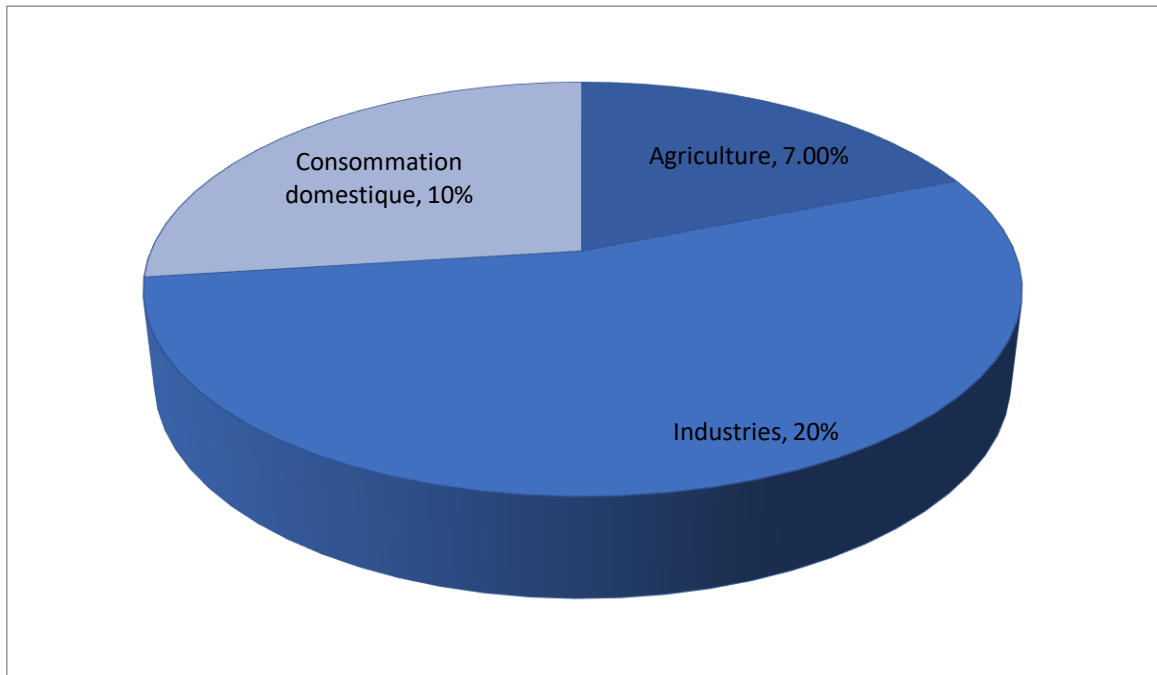


Figure 17 Utilisation des prélèvements mondiaux en eau

L'agriculture consomme énormément d'eau à cause de l'irrigation des plantations qu'elle doit assurer. Au cours du 20ème siècle, l'irrigation des terres cultivées a été multipliée par 5. Depuis 1960, les agriculteurs ont augmenté de 60 % le prélèvement d'eau pour leurs terres.

L'irrigation est nécessaire pour avoir de bons rendements dans l'agriculture et pour pouvoir ainsi nourrir la population. Elle est évidemment plus importante dans les pays arides ou semi-arides où les précipitations sont peu abondantes. Ainsi, la plupart des pays en voie de développement utilisent 90 % de leur eau douce pour irriguer leurs terres alors que les pays industrialisés n'en utilisent que 40 %. De plus, ces pays en voie de développement subissent souvent une forte croissance démographique, ce qui entraîne une augmentation des cultures et donc de l'eau utilisée pour irriguer ces cultures. A titre d'exemple, l'Asie à elle seule monopolise plus des 2/3 des terres irriguées, car la culture du riz a été intensifiée pour faire face à l'augmentation de population.

Mais les systèmes d'irrigation ne donnent souvent pas les résultats escomptés car une grande partie de l'eau s'évapore au lieu d'alimenter les plantes, sans compter les fuites et d'autres pertes encore. De plus, les eaux de surface et les eaux souterraines peuvent être contaminées par une irrigation massive car l'eau provenant de l'irrigation et non utilisée par les plantes transporte, entre autres, avec elle des produits chimiques destinés aux cultures.

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

L'utilisation de techniques modernes devra donc se généraliser car ces techniques permettent de réduire la consommation d'eau.

Les industries utilisent 20 % de l'eau douce pour toutes leurs activités. Cela représente quand même une grande fraction et elles pourraient la diminuer en essayant de développer des technologies utilisant moins d'eau ou en utilisant une eau de qualité moindre pour les usages ne nécessitant pas de l'eau potable.

L'Algérie est située au nord du continent Africain s'étalant sur une superficie de 2 381 741 km², qui est considéré ainsi comme le premier pays d'Afrique en matière de superficie et le neuvième du monde.

Avec plus de 1200 km de côtes, l'Algérie est ouverte sur la méditerranée au nord et se situe entre six pays : la Tunisie et la Libye à l'est, le Maroc et le Sahara occidental à l'ouest, la Mauritanie, le Mali et le Niger au sud.

Le relief de l'Algérie comprend deux chaînes montagneuses, l'Atlas Tellien et l'Atlas saharien. Le point culminant de l'Algérie se situe dans le massif montagneux du Hoggar avec une altitude de 2918 mètres (mont Tahat).

En 2017, les surfaces cultivées agricoles étaient près de 8,5 millions d'ha principalement dans le nord du pays, plus fertile, tandis que les pâturages et les parcours occupent 33 millions d'ha. La superficie actuelle des terres agricoles irriguées (2019) est de 1,43 millions d'ha.

La Wilaya de Skikda se présente comme une région agricole dynamique, disposant d'une Surface Agricole Utile (SAU) conséquente et d'une diversité de ressources en eau pour l'irrigation. Les modes d'irrigation, traditionnels et modernes, s'adaptent aux différentes cultures, contribuant ainsi à la richesse et à la variété de la production agricole locale.

La Surface Agricole Utile de la Wilaya s'étend sur 131 879 hectares, soit environ 31% de la superficie totale. Ces terres cultivables se situent principalement dans les hauts piémonts et les montagnes, offrant des conditions climatiques favorables à certaines cultures.

L'irrigation des grandes exploitations agricoles est assurée par les eaux des barrages, représentant une superficie de 8 600 hectares. Pour les périmètres de moindre envergure, l'eau provient des forages, puits et retenues collinaires.

Le mode d'irrigation varie selon les types de cultures et les besoins spécifiques de chaque parcelle. On observe une utilisation mixte, combinant des techniques traditionnelles

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

telles que l'irrigation par gravité et les seguias (7 457 hectares) avec des méthodes modernes comme l'aspersion (1 930 hectares).

Les principales cultures dans la wilaya de Skikda sont :

- ✓ Les céréales.
- ✓ Cultures maraîchères (2870 ha).
- ✓ Cultures fourragères.
- ✓ Arboriculture (2130 ha).
- ✓ Cultures industrielles (2891 ha).

3-1 Évaluation et gestion des ressources hydriques dans le nord-est de l'Algérie : Focus sur la wilaya de Skikda

L'eau est une ressource naturelle d'une importance capitale pour la vie sur Terre. Elle joue un rôle crucial dans divers secteurs, notamment l'alimentation en eau potable, l'assainissement, l'agriculture et l'industrie. Face à l'augmentation de la demande en eau et à sa raréfaction croissante, il est devenu impératif d'évaluer et de gérer les ressources hydriques de manière durable afin de garantir leur disponibilité pour les générations futures.

Situation des ressources hydriques dans la wilaya de Skikda

La wilaya de Skikda, située dans le nord-est de l'Algérie, est confrontée à des défis majeurs en matière de gestion de ses ressources hydriques. Parmi ces défis, on peut citer :

Augmentation de la demande en eau : La demande en eau dans la wilaya a connu une hausse notable ces dernières années, en raison de la croissance démographique, de l'expansion urbaine et du développement des secteurs économiques.

Pressions sur les ressources hydriques : Les ressources hydriques de la wilaya subissent des pressions importantes dues à la surexploitation, à la pollution et aux impacts du changement climatique.

Raréfaction des eaux souterraines : Les eaux souterraines constituent une source d'eau importante dans la wilaya, mais elles sont menacées d'épuisement à cause d'une exploitation excessive.

Dégradation de la qualité de l'eau : Certaines sources d'eau dans la wilaya souffrent d'une dégradation de la qualité de l'eau, les rendant impropres à la consommation humaine ou aux usages agricoles.

La wilaya de Skikda est confrontée à des défis majeurs en matière de gestion de ses ressources hydriques, mais des efforts considérables sont déployés pour relever ces défis et garantir la disponibilité de l'eau pour les générations futures.

Une gestion durable des ressources hydriques exige une approche globale qui combine l'investissement dans les infrastructures hydrauliques, la rationalisation de la consommation d'eau, la lutte contre la pollution, l'élaboration de plans de gestion des ressources hydriques et le renforcement de la participation communautaire. **(The Effectiveness of Water Resources Using in Algeria)**

3-1-1 Évolution des besoins en eau à Skikda

Pour l'estimation quantitative des besoins en eau potable, il faut tenir compte de l'accroissement démographique de la région :

La wilaya de Skikda est une région dynamique en pleine croissance, dotée d'un potentiel immense. Sa population croissante, ses paysages variés, ses activités économiques diversifiées et son riche patrimoine culturel font d'elle un territoire prometteur, tourné vers l'avenir et résolument engagé dans son développement durable.

La wilaya de Skikda s'étend sur une superficie de 4138 Km²(ABH) elle comprend 13 Dairas regroupant en total 38 communes.

Sa population est en évolution constante selon le RGPH de 1995 elle comptait 840302 habitants, avec un taux d'accroissement moyen de 3.32 % sa population en 2005 était de 1.095.666 habitants.

Au terme de l'année 2019 la population de la wilaya a été estimée à 1.129.295 habitants soit un taux d'accroissement naturel annuel estimé à 1,22% par rapport à 2008. **(Organisation Administrative du territoire).**

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

Les estimations de la consommation en eau pour l'horizon 2030 sont de 124,38 Mm³/an (eau souterraine) avec une population qui augmentera à environ 2 millions d'habitants (c'est presque le double du volume total mobilisé et environ neuf fois le volume distribué actuellement) présenter dans la figure 18.

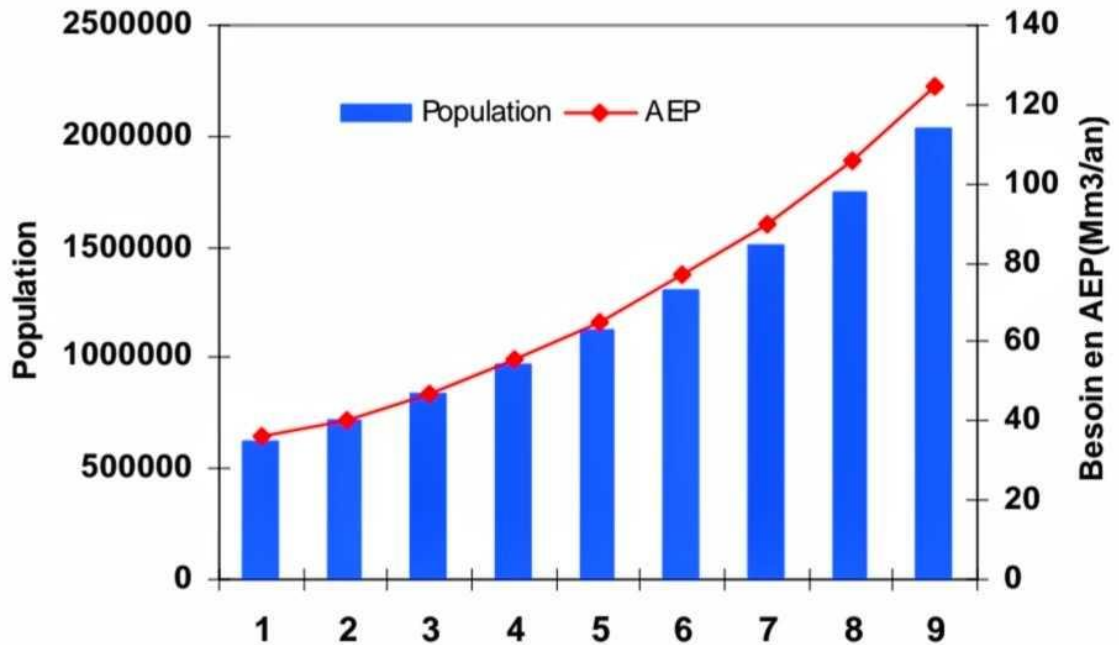


Figure 18. Évolution de la population et augmentation des besoins en AEP (Mm³/an) à la wilaya de Skikda.

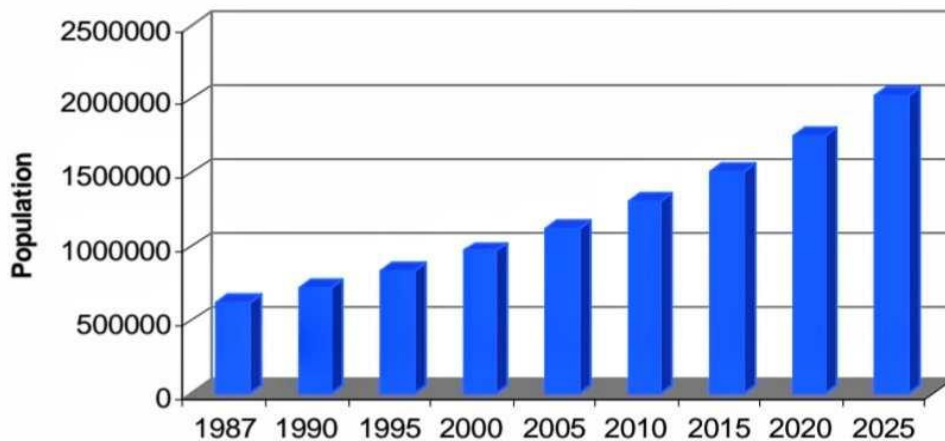


Figure 19. Évolution de la population dans la wilaya de Skikda de 1987 à 2025.

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

L'augmentation des besoins en eau pour l'agriculture dans la Wilaya de Skikda représente un défi majeur qu'il convient de relever de manière durable. En adoptant des stratégies de gestion de l'eau efficaces, en optimisant l'irrigation, en valorisant les eaux usées et en sensibilisant les acteurs concernés, la région peut poursuivre son développement agricole tout en préservant ses ressources en eau pour les générations futures.

Les besoins en eau pour l'agriculture augmenteront comme c'est illustré sur le tableau qui suit :

Tableau 15. Évolution des besoins en eau pour l'agriculture (1986- 2035).

Années	Superficie agricole en (10 ³ ha)	Besoins en AEA (Mm ³ /an) pour 5000 m ³ /ha/an
1986	14.1	70.5
1990	18.847	94.23
1995	19.111	95.55
2000	20.858	104.29
2005	23.276	112.77
2010	28.276	136.99
2015	33.276	161.21
2020	38.276	185.43
2025	43.276	209.65
2030	48.276	233.87
2035	53.276	258.09

Source : (DPAT)

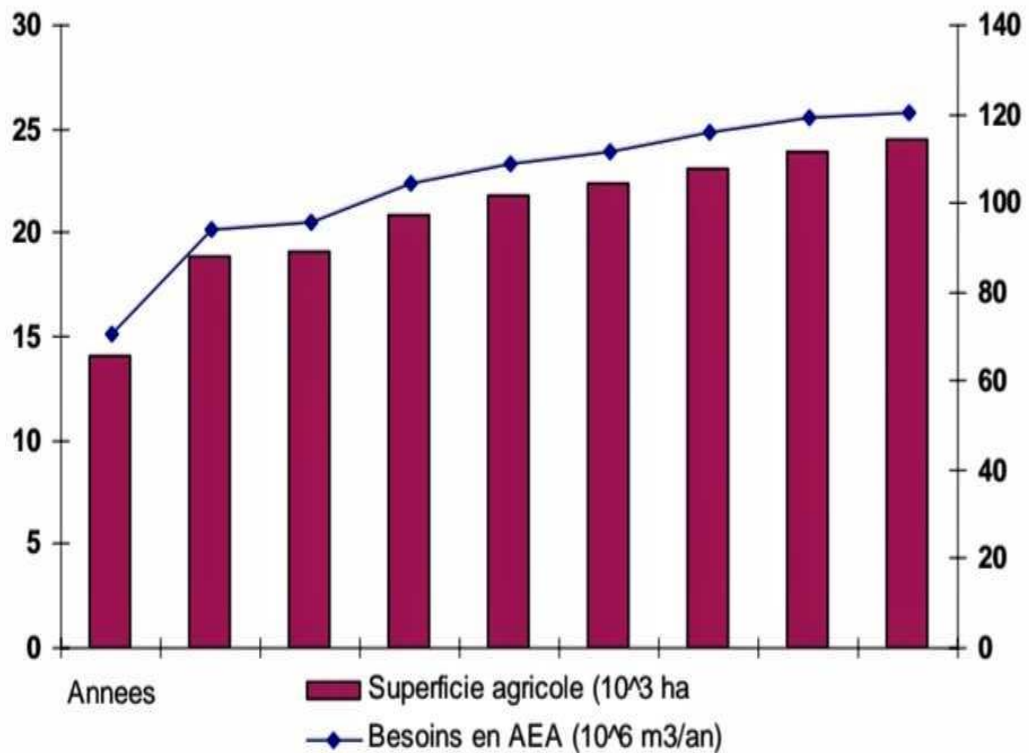


Figure 20. Évolution dans le temps de la demande en eau pour l'agriculture (1987-2025) à la wilaya de Skikda.

Le secteur industriel joue un rôle important dans le développement économique de la Wilaya de Skikda. Cependant, sa croissance s'accompagne d'une augmentation de la consommation d'eau qui pose des défis importants en matière de gestion durable des ressources en eau.

En adoptant des stratégies d'optimisation des procédés industriels, de réutilisation des eaux usées, de mise en place de normes strictes et de sensibilisation des acteurs concernés, la Wilaya de Skikda peut concilier son développement économique avec la préservation de ses ressources en eau pour les générations futures.

Tableau 16. Évolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie (1986-2035).

Années	1987	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
A.E.I(Mm ³)	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Source : (ANRH de Constantine)

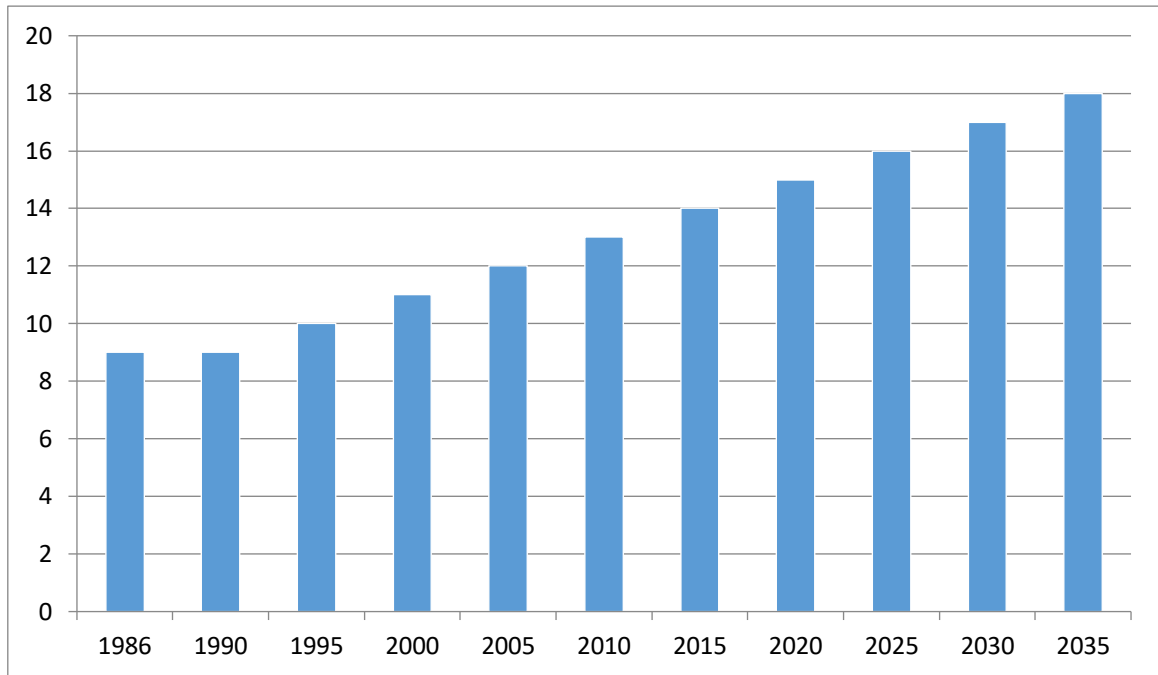


Figure 21. Évolution dans le temps de la demande en eau (Mm³ /an) pour l'industrie à la wilaya de Skikda (1987 - 2035).

3-1-2 Solutions pour une gestion efficace de l'eau dans le secteur industriel

Pour relever les défis liés à la consommation d'eau industrielle, plusieurs solutions peuvent être envisagées : Il existe plusieurs solutions possibles pour faire face aux défis de la consommation d'eau industrielle.

Optimisation des procédés industriels: En adoptant des technologies et des méthodes industrielles plus performantes en matière d'utilisation de l'eau, il est envisageable de réduire considérablement la consommation d'eau.

Réutilisation des eaux usées: Une solution efficace pour réduire la consommation des ressources en eau douce serait le recyclage et l'utilisation de l'eau usée industrielle dans des domaines non liés à la potabilité, tels que l'arrosage des jardins ou le refroidissement d'appareils.

Mise en place de normes et réglementations: Il est absolument nécessaire de veiller à la mise en place de réglementations strictes concernant la consommation d'eau et le traitement des effluents industriels pour diminuer l'impact environnemental de ce secteur et promouvoir les pratiques durables.

CHAPITRE III : caractéristiques physico-chimique et gestion de l'eau.

Sensibilisation et éducation: Il est crucial de sensibiliser les industriels et les parties prenantes à l'importance d'une gestion responsable de l'eau, en plus d'inciter les entreprises à adopter des pratiques respectueuses de notre environnement.

Conclusion

Conclusion

Le bassin versant de l'oued Zhour est un territoire riche en ressources naturelles, mais il est également confronté à des défis importants liés au changement climatique et à la gestion des ressources en eau.

Le climat méditerranéen du bassin versant de l'oued Zhour se caractérise par des hivers doux à très doux (températures moyennes entre 7°C et 10°C) et des étés chauds et secs (températures moyennes supérieures à 25°C). Les précipitations, d'une moyenne annuelle de 850 mm, sont concentrées en automne et au printemps. L'ensoleillement est important, avec plus de 2500 heures de soleil par an.

La végétation du bassin versant est dominée par les forêts, qui occupent environ 92% de la surface. Les principales essences forestières sont les chênes verts (*Quercus ilex*), les chênes pubescents (*Quercus pubescens*), les hêtres (*Fagus sylvatica*) et les pins (*Pinus halepensis*). Le maquis méditerranéen est également présent, notamment sur les versants et les zones rocailleuses. Des prairies naturelles se développent dans les fonds de vallée et les zones humides.

Le bilan hydrique du bassin versant de l'oued Zhour est caractérisé par une évapotranspiration réelle élevée (51% des précipitations annuelles), reflétant la consommation d'eau importante des forêts. L'infiltration et le stockage des eaux dans les nappes phréatiques et les dépressions représentent environ 25% des précipitations annuelles. Le ruissellement, généré par les pluies intenses, s'élève à environ 24% des précipitations annuelles et contribue à l'alimentation des cours d'eau et à l'érosion des sols.

Les ressources en eaux souterraines du bassin versant de l'oued Zhour sont limitées à une nappe alluviale restreinte dont la réserve totale est estimée à 10 Hm³. Les eaux souterraines, exploitées par deux forages, sont de bonne qualité du point de vue minéralisation. Le potentiel hydrique superficiel est important, avec l'oued Zhour comme principal cours d'eau à écoulement permanent. Son apport moyen est évalué à 38 Hm³/an, mais il varie considérablement selon l'année et la saison.

Le bassin versant de l'oued Zhour est également confronté à des défis environnementaux importants. Une compréhension approfondie des interactions entre le climat, la végétation et les ressources en eau est essentielle pour élaborer des stratégies de gestion durable qui garantiront la santé écologique et la pérennité des ressources du bassin versant de l'oued Zhour. Des études futures pourraient se concentrer sur l'impact spécifique du changement

Conclusion

climatique sur le cycle hydrologique et la végétation du bassin versant, ainsi que sur l'optimisation des techniques de gestion de l'eau pour répondre aux besoins croissants des populations locales.

Au final je travail que par les données disponibles et je souhaite d'amélioré ce travail au futur.

Références bibliographique

Références bibliographiques

MOSTEFAOUI Lakhdar Caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimentologiques des sables côtiers des secteurs : OUED ZHOUR, OUED EL KÉBIR et OUED ZIAMA MANSOURIA (Wilaya de Jijel, Algérie). (2014).

GUESSAS Ghaniya et BOUMOULA Samir Analysis of the impact of climatic parameters on agriculture in Algeria: Application of the ARDL Model with Error Correction Mechanism. (2012).

SOUILLAH chafia Etude Comparative des paramètres granulométriques et minéralogiques des sables de plage d'Oued Zhour et de Tassoust (Jijel, Nord - Est Algérien). (2020)

Leila BOULAKSA Evaluation de l'état de l'environnement dans la ville de Skikda, et le défi prévu sur le développement durable face à la croissance urbaine. (2022)

BLABAR Sofiane Evaluation de la pollution des eaux souterraines dans un milieu industriel (Cas de la zone industrielle de Skikda, N.E. algérien). (2009)

A. MEDEJERAB et L. HENIA Variation spatio-temporelles de la sécheresse climatique en ALGERIE NORD-OCCIDENTALE. (2011)

MOSTEFAOUI Lakhdar Caractéristiques géologiques, minéralogiques, pétrographiques et sédimentologiques des sables cotiers des secteur : OUED ZHOUR, OUED EL KÉBIR et OUED ZIAMA MANSOURIA (Wilaya de Jijel, Algérie). (2014).

Ketrouci Khadidja et Meddi Mohammed Étude de la variabilité spatiale et temporelle de la pluviométrie et ses répercussions sur la ressource en eau superficielle du bassin versant de laTafna.(2013)

SAMIA, B. R. (2006). ETAT ACTUEL DES RESSOURCES EN EAU dans la WILAYA de skikda .

CHOUIT, Z. (2015). Mémoire de Magistère. Évaluation des ressources en eau superficielle dans le bassin versant de l'oued Z'hor. Étude de faisabilité d'un barrage.

Farida, B. (2011/2012). Fonctionnement Hydrologique d'un bassin.
Extrait de la carte topographique d'Oued Zhour . (n°7-8 au 1/25 000).

Negroutsa V. et al. (1970.).

ANRH de Constantine, A. d. (s.d.).

Chow et al., 1. (1988).

DPAT. (s.d.).

EnviConsult. (2013).

NEE-SPA. (2012).

RÉFEA, I. t. (s.d.). Office International de l'Eau (OiEau) « rédigée par l'équipe technique du RéFEA ».

Références bibliographiques

"L'eau, une planète bleue" **de Serge Lecomte (2018)**

Une brève histoire de l'eau" **de Philippe Bouverot (2019)**

Organisation Administrative du territoire (COPYRIGHT © 2021 interieur.gov.dz)

Office International de l'Eau (OiEau).

L'eau douce et les changements climatiques (2018): <https://fr.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020> (12-05-24 11 :55)

L'état des ressources en eau douce dans le monde (2021): <https://www.wwf.fr/vous-informer/effet-panda/lue-conforte-sa-loi-sur-leau> (03-06-24 18 :24)

L'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO): <https://unesdoc.unesco.org/notice?> (10-06-24 22 :05)

Le Centre d'information sur l'eau (CIEAU): <https://www.cieau.com/> (11-06-24 09 :34)

L'Agence française de l'eau: <https://www.eaufrance.fr/> (03-06-24 00 :12)

Société Publique de Gestion de L'eau (SPGE).

Medejerab A., Henia L. (2011). Variations spatio-temporelles de la sécheresse climatique en Algérie nord-occidentale. Courrier du Savoir N°11, Mars, pp.71-79

ابتسام عمريوش و رياض عيشوش فعالية استخدام املائية في الجزائر – دراسة حالة والية سكيكدة (مجلة العلوم الاقتصادية و التسبير و العلوم اتجارية). (2019)

Références bibliographiques

Résumé

Le bassin de l'oued Zhor est située au nord-est de l'Algérie, précisément dans la partie ouest de la wilaya de Skikda. d'une superficie de 96 km², est considéré comme une partie importante des bassins côtiers centraux. Il se caractérise par son caractère montagneux et ses précipitations importantes, dépassant 850 mm, ce qui explique la présence dense de vallées à grande échelle. Il est considéré comme l'un des principaux cours d'eau qui approvisionnent la wilaya en eau pour divers usages. L'étude des sources d'eau qui alimentent ce bassin et des quantités d'eau qui y coulent nous permet d'exploiter rationnellement les eaux de ce bassin surtout après la sécheresse que connaît actuellement le monde, et l'Algérie en particulier, et les récents et dangereux changements climatiques et de le protéger de la pollution.

Mots clé : Oued Zhour, Skikda, cours d'eaux, ressources en eau, quantité, sécheresse, protéger.

Abstract

The Zhour Valley basin is located in northeastern Algeria, specifically in the western part of Skikda Province. with an area of 96 km², is considered an important part of the central coastal basins. It is characterized by its mountainous nature and significant rainfall, exceeding 850 mm, which explains the dense presence of valleys on a wide scale. It is considered one of the most important valleys that supply the province with water for various purposes. Studying the water sources that feed this basin and the quantities of water flowing through it enables us to rationally exploit the water of this basin, especially after the drought that the world is currently witnessing, and Algeria in particular, and the recent and dangerous climate changes and protect it from pollution.

Keywords: Zhour Valley, Skikda, water way, water sources, drought, protect.

ملخص

واد زهور يقع في الشمال الشرقي للجزائر بالضبط الجهة الغربية لولاية سكيكدة، حوض واد زهور الذي تبلغ مساحته 96 كلم² يعتبر جزءا مهما من الاحواض الساحلية الوسطى، يتميز بطابعه الجبلي و بكميات الامطار المعتبرة ازيد من 850 ملم ما يفسر انتشار الاودية بشكل مكثف على نطاق واسع، و يعتبر من اهم الاودية التي تزود الولاية بالمياه لعدة مجالات، ان دراسة مصادر المياه التي تغذي هذا الحوض و كميات الماء المتدفقة به تمكنا من الاستغلال العقلاني لمياه هذا الحوض خصوصا بعد الجفاف الذي يشهده العالم حاليا و الجزائر خصوصا و التغيرات المناخية الاخيرة و الخطيرة، و الحفاظ عليه من التلوث.

الكلمات المفتاحية: واد زهور، سكيكدة، تدفق الماء، مصادر المياه، الجفاف، حماية.