

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة
UNIVERSITÉ 20 AOUT 1955- SKIKDA

Faculté des Sciences
Filière sciences agronomiques
Département d'agronomie



شعبة العلوم الفلاحية
قسم الفلاحة
كلية العلوم

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

SPÉCIALITE : Aménagement hydro agricole

THÈME

*Diagnostic et Aménagement des ressources en eau
dans la ville de Skikda*

Présenté par :

- ✓ Ben Radi Yassmine
- ✓ Boukerma Ibtissem
- ✓ Brighet Amani

Devant le jury :

Dr : HEBAL Aziz (MCB) Président Université du 20 Août 1955- Skikda

Mr : HEDDAM Salim (MAA) Examineur Université du 20 Août 1955 - Skikda

Pr : SADOUN Abdelaziz (MCA) Promoteur Université du 20 Août 1955 - Skikda

Année universitaire 2022/2023

Présenté par :

Ben Radi Yasmine & Boukarma Ibtissem & Brighet Amani

**Thème : Diagnostic et Aménagement des ressources en eau dans la
ville de Skikda**

Résumé

Ce travail s'articule autour de l'étude des caractéristiques de la ville de Skikda pour déterminer tous les éléments environnementaux sur l'approvisionnement en eau souterraine et de surface, en particulier l'eau de mer dessalée.

La ville de Skikda est située au nord-est de l'Algérie, et avec son emplacement stratégique important, nous avons pu répondre aux questions que nous avons abordées dans cette étude concernant l'analyse des composantes du système hydraulique de l'Etat et l'influence de facteurs géographiques, climatiques et hydrologiques.

Nous avons conclu que le système hydraulique de l'état de Skikda est le système de dessalement de l'eau de mer le plus utilisé, mais nous devons reconsidérer la bonne gestion rationnelle et estimer les capacités pour lui permettre de répondre aux besoins en eau de l'état de Skikda.

Mots clés (05) :

Ressources en eaux, dessalement, besoins et demande, évaluation, gestion, Alimentation en eau potable

Année Universitaire 2022/2023

DÉDICACE

*Je dédie ce travail à mon cher père « **ALLAOUA** » qui a travaillé dur pour mon succès*

*Et ma tendre mère « **HAKIMA** », qui a travaillé dur et ma soutenu et été mon soutien dans la vie.*

*Et a mes chères sœurs et frères pour ma voire soutenu, et A tous ma Famille « **BEN RADI** ».*

*Je n'oublierai pas mon Fiancé « **DJAMAL** » pour m'avoir soutenu ainsi que toute son honorable Famille « **SAADOUN** ».*

*Et a ma chères amies « **AMANI** » et « **IBTISEM** ».*

YASSAMINE

Avant tous je remercie le dieu « Allah » qui m'a donné le puissant de m'avoir guidé et donné

La fois et le courage pour accomplir ce travail

A mes chers parent, pour tous leur sacrifices, leur amour leur tendresse, leur soutien et leur

Prière tout au long de mes études.

A mes frères et mes sœurs pour leur encouragement permanent, et leur soutien moral.

A mes chers amis « Amani et Yassamine » : Je vous remercie pour tes patiences, aide et

Soutien moral tout au long de la réalisation de ce travail.

Cette page ne serait être complétée sans remercier nos camarades de la promotion 2023

Aménagements hydro-agricoles

IBTISSEM

Je dédie ce travaille a mes très cher parents,

Que j'adore et je souhaite toujours les voir à mes côtés

*A ma très chère mère « **WIDED** », symbole de tendresse et de patience,*

Je te remercie infiniment de tes sacrifices.

*A mon cher père « **SAID** ».*

Je te remercie infiniment de tes sacrifices.

*A mes très chers frères **AMIR** .et **MOHAMED**, et A tous ma Famille*

*« **BRIGHET** ». Et a ma chères amies « **YASSAMINE, IBTISEM, NEDJET et
YOUSSRA** »*

AMANI

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

*Nous tenons à remercier **M. Sadoune Abdelaziz**. D'avoir accepté de nous encadrer sur ce thème, de nous avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de nous apporter son attention tout au long de ce travail.*

*Un très grand merci à **M. Heddam Salim** que nous avons eu l'honneur d'être un jour parmi ses étudiants, et merci d'être un bon exemple pour nous tous.*

*Un très grand merci à **M. Hebal Aziz** que nous avons eu l'honneur d'être un jour parmi ses étudiants, et merci d'être un bon exemple pour nous tous.*

Enfin, on remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des Figures

Figure 1: Carte de localisation de la wilaya de SKIKDA (3).....	4
Figure 2: Carte du découpage administratif de la wilaya de SKIKDA (8)	5
Figure 3: Répartition de la population active occupée par secteur D'activité.....	6
Figure 4: carte géologique de Skikda (13)	9
Figure 5: variation des précipitations mensuelles de la station Skikda (2012-2021) (5).	11
Figure 6: Carte des altitudes de la wilaya de Skikda (7).	12
Figure 7: Répartition de l'eau sur la planète	14
Figure 8: Molécule d'eau (31).	15
Figure 9: Cycle de l'eau dans la nature (30).	16
Figure 10: Structure de molécule d'eau solide.	16
Figure 11: Structure de molécule d'eau liquide.	17
Figure 12: Structure de molécule d'eau gazeuse.	17
Figure 13: Molécule d'eau.	22
Figure 14: Procédés de traitement d'eau potable.	23
Figure 15: les deux points de prélèvement de rejet des eaux usées d'une	39
Figure 16: Appareil de PH-mètre (7).	40
Figure 17: Appareil de conductimètre (7).	40
Figure 18: Appareil du turbidimètre.....	41
Figure 19: Réactif et résultant des échantillonnages (7).	42
Figure 20: Résultat de chlorure (7)	43
Figure 21: Résultat de calcium (Ca ²⁺) (7).	44
Figure 22: Osmose et osmose inverse (65).	47
Figure 23: répartition de la spatiale de la dotation journalière en eau dans la province algérienne (70).....	50
Figure 24: carte des ressources en eaux de Skikda (4).	51
Figure 25: barrage Genitra (7).....	52
Figure 26: photo barrage de zerdas (73).....	53
Figure 27: barrage Zit Emba (73).....	54
Figure 28: Barrage Beni Zid (74).....	55
Figure 29: volume des ressources d'eaux disponibles (7).....	58
Figure 30: les ouvrages de stockages D'eau de la wilaya de Skikda	61
Figure 31: L'état actuel de l'AEP de la ville de Skikda.	62

Figure 32: Le plan synoptique du réseau d'assainissement de Skikda (10).....	65
Figure 33: les zones inondables de la ville de Skikda (2017)	66
Figure 34: La demande en eau actuelle dans la wilaya de Skikda	67
Figure 35: Bilan d'eau actuelle de ville de Skikda.....	68
Figure 36: Evolution de la population dans la ville de Skikda.....	69
Figure 37: évolution des Besoins en eau de la ville de Skikda.	70
Figure 38: Bilan futur de la demande en eau.....	71

Liste des Tableaux

Table 1: la densité des grandes agglomérations dans la wilaya de Skikda (10).....	6
Table 2: classes de turbidité usuelles (NTU, néphélogétrie Turbidité unit) (35).....	29
Table 3: classification des eaux d'après leur Ph (13).....	30
Table 4: Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.....	31
Table 5: la qualité des eaux en fonction du NO ₃ (42)	33
Table 6: Présentation des résultats d'analyse Lieu de prélèvement : Oued Saf-saf-en face centrale thermique SPE-Commune de Skikda (04/02/2023) (61).....	45
Table 7: Les Ressources Total disponibles (71).....	58
Table 8 : Le linéaire total des adductions des barrages avoisine les 104 km (71)	59
Table 9: Type de conduite.....	60
Table 10: Type de conduite.....	60
Table 11: les ouvrages de stockages D'eau de la wilaya de Skikda (75).....	61
Table 12: programme de distribution du mois de décembre 2022 (global) (71).....	61
Table 13: Assainissement existant arête au 31/12/2022 de Skikda (75).....	64
Table 14: Bilan d'eau actuelle de ville de Skikda (7).....	67
Table 15: Evolution de la population dans la ville de Skikda.....	69
Table 16: l'évaluation de la demande globale (besoin) sur les différents Horizons (71).....	70
Table 17: Bilan futur de la demande en eau.....	71

Liste d'abréviation

DRE : Direction des ressources en eau.

ADE : Algérienne des Eaux.

AEP : Alimentation en eau potable.

ONA : Office Nationale d'Assainissement.

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène à 5 jours.

DCO : Demande chimique en Oxygène.

Hab : Habitant.

SDEM : Station de dessalement d'eau de mer.

MES : Matières en Suspension.

PEHD : Production de Polyéthylène à haute Densité.

L/ hab/j : Litre par habitant par jour.

m³/j : Mètre cube par jour.

ETP : évapotranspiration potentielle.

ETR : évapotranspiration réelle.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

Sommaire

Dédicaces

Remerciement

Liste les figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Cadre général

Introduction 4

1 –la situation géographique de la wilaya de Skikda : 4

2 –Démographie 5

3- Les potentialités naturelles :..... 7

 3.1. Les ressources hydrauliques :..... 7

4- La géologie..... 8

5- Les Reliefs 9

6 – Le climat..... 10

7- la végétation : 11

Conclusion..... 12

Chapitre II : Généralité sur l'eau

Introduction 14

1-Définition de l'eau 14

2-Composition de la molécule d'eau : 15

3. Le cycle de l'eau : 15

4. Etat de l'eau :..... 16

5. Les Compositions de l'eau : 17

 5.1. Les sels minéraux :..... 18

5.2. Autres minéraux et oligo-éléments :	18
5.3. Autres substances naturelles :	19
6. Classification des eaux :	19
6.1. Les eaux naturelles :	19
6.1.1. Les eaux souterraines :	19
6.1.2. Eaux de surface :	19
6.1.3. Eaux de mers et océans :	20
6.2. Les eaux usées :	20
6.3. Les eaux de consommation :	20
7. Propriétés de l'eau :	20
8. Chaîne de traitement d'eau potable :	23
8.1 Traitement effectués :	23
8.2. Les procédés de traitement :	24

Chapitre III : Hydrochimie et pollution

Introduction	29
1. Les paramètres de qualité des Eaux :	29
1.1. Les paramètres organoleptiques :	29
1.2 Le paramètre physico-chimique :	29
1.3 Le paramètre indésirable :	33
1.4 Les paramètres toxiques :	36
1.5 Les paramètres microbiologiques :	36
2. la Pollution l'eau :	36
2.3. Les origines de pollution :	37
2.3.1. Pollution physique :	37
2.3.2. Pollution chimique :	37
2.3.3. Pollution biologique :	38
3. Prélèvement d'échantillons :	38

4. Méthodes d'analyses :	39
4.1 Les mesures des paramètres physiques :	39
4.1.1 Détermination de potentiel d'hydrogène (pH) et la température :	39
4.1.2. Détermination la conductivité électrique :	40
4.1.3 Détermination la turbidité :	41
4.2 Les mesures des paramètres volumétriques :	41
4.2.1. Détermination la Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC) :	41
4.2.2. Détermination la chlorure (Cl ⁻) :	42
4.2.4. Détermination de l'ammonium :	43
4.2.5. Détermination de sulfates :	43
4.2.6. Détermination de calcium (Ca ²⁺) :	44
5. Dessalement de l'eau de mer :	45
5.1. Définition du dessalement de l'eau de mer :	45
5.2. Les technologies principales de dessalement des eaux :	45
5.3. L'osmose inverse :	46
5.4. Principe de l'osmose inverse :	46
Conclusion :	47

Chapitre IV : Essai de Gestion des ressources d'eau

Introduction	49
1- L'importance de la gestion de l'eau:	49
2-la gestion des ressources d'eaux en Algérie :	49
3- Les ressources en eaux de Skikda :	50
3. 1. Les eaux Superficielles :	51
3.2. Les eaux Souterraines :	55
3.3. Les eaux de dessalements :	55
4-Ressources disponibles pour la demande en eau :	58

5-Les réseaux :	58
5-1- Réseaux d'adductions :	58
5-2- Réseaux de distribution :	60
6- Les Ouvrages de stockage :.....	60
6-1- Alimentation en eaux potable (AEP) dans Skikda :	61
6-2-La distribution :	62
8- Les zones inondables :	65
9- Calcule des besoins domestiques et la demande en eau actuels de la ville de Skikda :.....	66
9-1-Le bilan d'eau actuel de la ville de Skikda :	67
9-2-Le bilan d'eau futur de la ville :	68
9-3-Le bilan d'eau future de la ville en AEP :	71
Conclusion :.....	72
Conclusion générale	74
Bibliographie.....	76
Annexes.....	82

Introduction générale

Introduction générale

Si la terre et appelée la planète bleue, ce n'est pas un hasard, elle est recouverte à 71% d'eau et d'une belle couleur bleue clairement visible depuis l'espace.

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement de tout écosystème, mais aussi des activités humaines (agriculture, industrie) et de notre vie de tous les jours (usage domestique, loisirs) (1). L'accroissement rapide de la demande en eau dans les différents secteurs ainsi que les besoins en eau potable ont amené les pouvoirs publics à mobiliser le maximum possible des ressources en eau que ce soit en ressources souterraines ou en ressources superficielles (2).

L'Etude de Diagnostic et de Renforcement du Système d'Alimentation en Eau Potable du groupement urbain de la ville de Skikda, revêt une importance capitale notamment suite à la mise en service de la nouvelle station de dessalement en mars 2009 (capacité de production de 100 000 m³/j). Suite à cet apport considérable (3).

Ce travail est consacré pour répondre aux questions suivantes :

• Y a-t-il convenablement de ressources en eau à Skikda qui couvre réellement les besoins de la ville ?

• Comment l'utilisation en l'eau à la ville de Skikda est-elle gérée ?

Ce travail est subdivisé en quatre chapitres articulés des manières suivantes :

Le premier chapitre comprend une présentation de la région d'étude : situation géographique, la démographie, géologie, climat, aperçu sur le côté industriel et agricole.

Le deuxième chapitre est consacré à rappeler quelques généralités sur les propriétés de l'eau (physiques, chimiques, biologiques, etc.) et à décrire la filière classique de traitement pour la production de l'eau potable.

Le troisième chapitre la partie hydrochimie et pollution qui étudie les cinq familles des paramètres polluants des eaux ses origines, le dessalement et la qualité des eaux fournies pour le consommateur

Le quatrième chapitre a pour objectif de compter les ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles dans notre zone d'étude, déterminer les besoins actuels de la ville et la demande en eau, et faire ainsi une prévision future pour une étude adéquate de l'offre et la

Introduction générale

demande en eau par rapport aux sources disponible. Mous avons calculé par une dotation de 150 l/hab/j déterminée par la direction des ressources en eau.

Chapitre I

Cadre général

Chapitre I : Cadre général

Introduction

La wilaya de Skikda, située au Nord-est algérien, représente un ensemble phytogéographique très remarquable, du point de vue de sa végétation et plus particulièrement de sa végétation forestière, et cela essentiellement pour des raisons géographiques, géologiques et climatiques (4).

1 –la situation géographique de la wilaya de Skikda

La région de Skikda est située au Nord-est algérien sur la totalité de frange tellienne entre la longitude 06°50’ E et latitude 36°35’ N (5).

La région de Skikda s’étend sur une superficie de 55 82 Km². Elle compte une population d’environ 800.000 habitants, soit une densité de 192 ha/Km² (6).

Localisée entre l’Atlas Tellien et le littoral méditerranéen, Elle dispose de 140 km de côtes qui s’étalent de la Marsa à l’est jusqu’à Oued Zhour à l’ouest.

Elle est limitrophe avec les wilayas d’Annaba, Guelma, Constantine, Mila et Jijel (4).



Figure 1: Carte de localisation de la wilaya de SKIKDA (3)

2 –Démographie

La wilaya de Skikda est issue du découpage administratif de 1974.Elle comprend 13 daïra regroupement 38 communes et s'étend sur une superficie de 4137,68 km² (5).

La population estimée à 1 115 380 habitants en 2021, les parties les plus peuplées, aussi nommées grandes agglomérations, où les habitants se concentrent particulièrement dans les zones de Skikda, Azzaba , El'Harrouche , Tamalous, Collo (7).



Figure 2:Carte du découpage administratif de la wilaya de SKIKDA (8)

2-1- La Densité

La commune de Skikda se détache nettement avec une densité urbaine de 2174.87 habitants/km²

Les communes de Collo. Tamalous El-Harrouch, Azzaba ont Également des densités élevées,

La population dans la wilaya de Skikda se distribue en trois groupes :

- « Etiré » dans la vallée du Saf-Saf
- Plus dense à Collo et Azzaba (9).

Le taux de croissance démographique de la ville de Skikda est estimé de 0.018 entre 2019 et 2020, avec 4883 habitants, caractérisé toujours par un fort pourcentage de jeunes, et un faible pourcentage des personnes âgées selon (10).

Table 1: la densité des grandes agglomérations dans la wilaya de Skikda (10)

Daira	Population en 2020	Surface (Km ²)	Densité (Km ²)
Skikda	202 567	93,14	2174,87
Azzaba	70 468	290,4	242,66
Tamalous	63 467	368,1	172,42
El Harrouche	60 654	572,4	105,96
Collo	44 178	228,3	193,51

2-2-Le taux d'urbanisation

La population urbaine de Skikda représente 57% de la population totale. Dans la partie centrale de la wilaya, la région autour du Saf-Saf se caractérise par une forte concentration urbaine : 92,84 % de la population est urbanisée dans la daïra de Skikda ; 54.52 % à El-Harrouch. Les autres daïras dépassent 50% (Sidi Mezgiche, Collo, Azzaba)

Certaines communes sont totalement rurales telle que Ain-Zouit, Béni-Bechir, Bouchtata, Cheraïa, Djendel, El-Ghedir, Kanoua, Khenag-Mayoune, Ouldja-Boulbalout, Ouled-Habéba (10).

2-3-Emploi

- **Population au chômage** : 53 532 personnes, soit un taux de chômage de 13,93%.
- **Population active** : 384 330 personnes, soit un taux d'activité de 34,46 %.

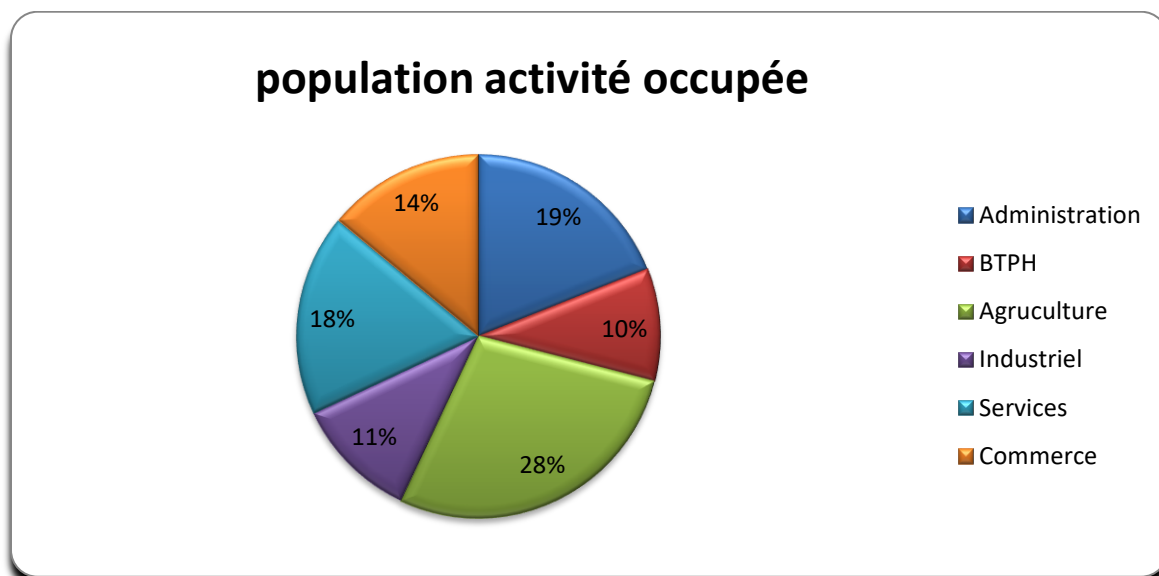


Figure 3: Répartition de la population active occupée par secteur D'activité.

3- Les potentialités naturelles

3.1. Les ressources hydrauliques

Le réseau hydraulique de la wilaya, particulièrement dense, est dû à l'humidité du climat, aux pentes et à la présence de terrains de faible perméabilité, ce qui favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration.

Les potentialités hydrauliques de la wilaya sont constituées de trois (03) types de ressources en eau : superficielles, souterraines et sources.

3-1-1- Les ressources souterraines

les ressources en eaux souterraines (forages et puits) dont le volume est estimé à 87 115 Hm³ se localisent dans les nappes alluviales des oueds de la wilaya à savoir, El Kébir, Saf-Saf, Guebli, Bibi côtier, Fil-Fila et l'oued côtier de Bougaroun.

3-1-2- Les ressources superficielles

L'importante pluviométrie et le relief montagneux de la wilaya sont autant d'apports à l'hydrologie. En effet, disposant de plusieurs bassins versants, le réseau hydrologique assez dense voit, néanmoins, chaque année une très importante quantité d'eau se perdre en mer faute de moyens de mobilisation. Les infrastructures de mobilisation représentées par les barrages de Zerdazas, Bekkouche Lakhdar, Oum Toub et Béni Zid d'une capacité totale de 290 667 hm³ auxquels s'ajoutent les deux stations de dessalement ont permis pour l'année 2020 l'exploitation de 93 177 hm³ d'eau. Quant aux retenues collinaires (au nombre de 13), leur capacité n'avoisine que 01,41 hm³, ce qui constitue une grande perte pour la wilaya dont les besoins en eau sont croissants.

Afin de pallier à la carence en ressource hydrique, plusieurs procédés ont été initiés afin de la rendre plus disponible, il s'agit entre autres :

- D'une station de dessalement d'eau de mer d'une capacité de 100 000 m³ /j qui assure l'alimentation en eau potable ;
- du groupement urbain de Skikda, qui abrite les communes de : Skikda, Fil fila, Hammadi Krouma et El Hadaiek ;
- du couloir sud d'El Harrouch qui comprend les communes de Béni Béchir, Ramdane Djamel, Salah Bouchaour, El Harrouch et Emdjez Edchiche ;
- de la zone pétrochimique de Skikda.

D'autre part, la wilaya a bénéficié d'une opération intitulée : transfert et réhabilitation de la station monobloc de dessalement d'eau de mer d'une capacité de 5000 m³/j à La Marsa

dont l'objectif est de renforcer et d'améliorer la dotation en eau potable pour une population totale estimée à plus de 216 500 habitants **(8)**.

4- La géologie

La géologie de la région est très complexe. En effet, les études menées ont montré que le Tell oriental algérien est constitué par un empilement de nappes ; on a du Nord vers le Sud : le Socle Kabyle et la Dorsale Kabyle, la série des Flyschs (Mauritanien, Massylien, Numidien et ultra Tellien), la série des grès numidiens et la nappe néritique du Constantinois (carte géologique, INGA, 1962) **(11)**.

Du point de vue géologique au sens régional, l'Algérie du Nord comprend trois ensembles qui sont :

- 1 - Le domaine des massifs primaire Kabyles.
- 2- Le domaine tellien.
- 3- Le domaine prés saharien composé :
 - Des hauts plateaux.
 - De l'Atlas saharien.

Notre secteur d'étude fait partie de l'ensemble géologique des massifs primaires kabyles. Il est séparé des bassins d'El Harouch, Salah Bouchaour, Emdjaz-Ed-Chich et Ramdane Djamel par une ligne de relief de direction NE-SW **(6)**.

L'analyse géologique est fondamentale à l'étude hydrogéologique. Cette analyse permet d'identifier les matériaux et les structures des formations susceptibles, de conduire l'eau des précipitations en profondeur, tout en permettant la détermination du type d'aquifère.

La structure géologique du terrain de la commune de Skikda présente est compliquée due à l'âge, la genèse des roches, le genre et les valeurs physico-chimiques des dépôts, ainsi que la partie Ouest, Sud-Ouest et Sud de la commune y compris la ville de Skikda est de la formation stratigraphique ancienne composée par des roches métamorphiques, précambriennes et paléozoïques, sous l'influence d'érosion intense. Ces roches sont très altérées et recouvertes d'une couche d'altération superficielle argileuse d'une épaisseur variant de 0 à 2 mètres **(12)**.

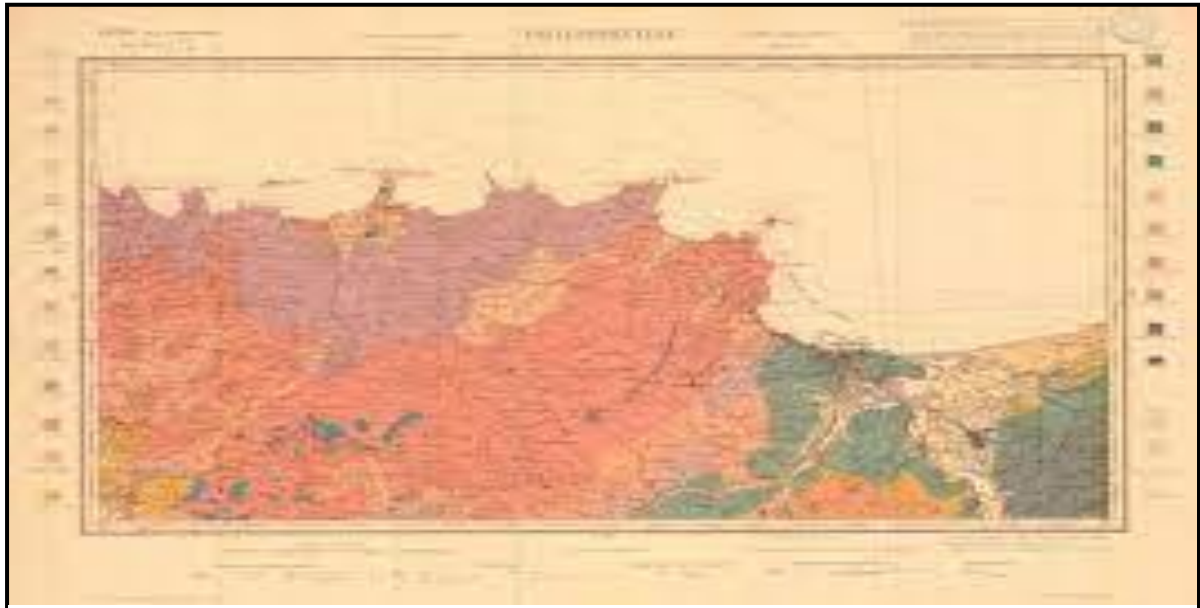


Figure 4: carte géologique de Skikda (13)

5- Les Reliefs

Le relief est très accidenté sur la frange littorale et dans les massifs de Collo, Azzaba, et la Marsa.

Dans ce relief on distingue trois types de zones topographiques :

5-1-les zones de montagnes

Qui se subdivisent en plusieurs parties sont constituées par les massifs, les djebels les plus importants sont :

- ✓ **Djebel sidi Driss 1.364 m**
- ✓ **Djebel Hadjar chouat 1.220 m**
- ✓ **Djebel Staiha 572 m**
- ✓ **Djebel Abdelhadj 564 m**
- ✓ **Djebel Filfila 586 m**
- ✓ **Cap bougaroun et cap de Fer (5).**

5-2-les zones de plaines

- Les plaines de la vallée du Saf-Saf : Allongée dans une direction sud-est nord-ouest, la vallée du Saf-Saf débute à El-Harrouch et déborde sur la petite plaine de Skikda par un long couloir partageant la wilaya en son centre, épousant les contours de l'oued Saf-Saf.
- Les plaines de la vallée de l'oued Guebli : La vallée débute à Oum-Toub, s'évase au niveau de Tamalous, s'effile jusqu'à Collo, où elle s'évase de nouveau.

- Les plaines de la vallée de l’oued El-Kébir : Arrosées par l’oued El-Kébir, elles s’étendent d’Es-Sebt à Azzaba et jusqu’à Djendel, où elles présentent un étranglement débouchant à Aïn- Charchar et Bekkouche-Lakhdar. Une zone tampon sépare cette zone plane de la dépression qui débute au lac Tonga (7).

5-3-Les zones de piémont

Les piémonts sont localisés en particulier dans les régions d’El-Harrouch et Azzaba. (3)

6 – Le climat

Le climat est certainement un facteur du milieu très important il a une influence directe sur la faune et la flore un climat méditerranéen caractérisé par une pluviométrie abondante pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l’été (5).

Skikda bénéficie d'un climat tempéré et chaud et est classée parmi les régions les plus Humides d'Algérie (7).

6-1-La température

La température est un facteur très important dans l’évolution du déficit d’écoulement qui entre dans l’estimation hydrologique, ce paramètre est indispensable à la climatologie, vu son pouvoir évaporateur qu’il exerce sur les surfaces mouillées, et qu’il est à l’origine du bon fonctionnement du cycle de l’eau (6).

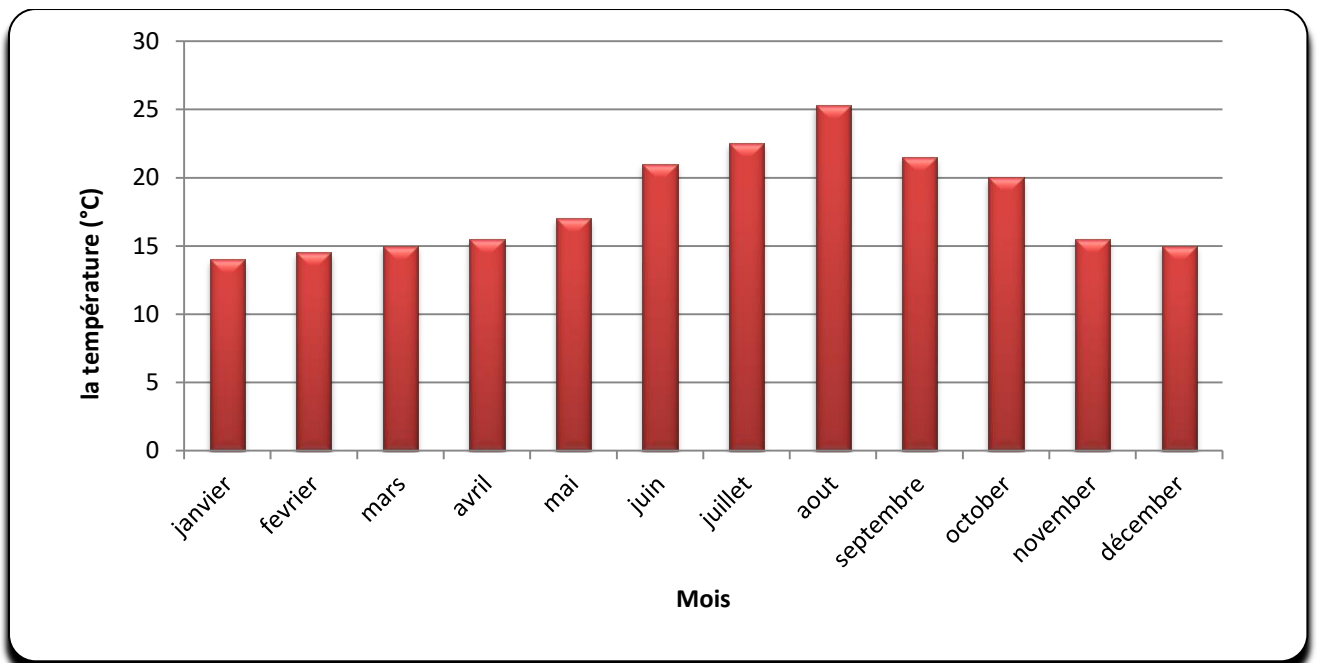


Figure 05: variations de la température mensuelle de la station Skikda (2012_2021) (5)

6-2-La précipitations

Les précipitations sont un facteur essentiel caractérisant le climat d'une région et sont un des éléments principaux du bilan hydrique. Elles jouent un rôle prépondérant dans le comportement hydraulique des cours d'eaux et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines (6).

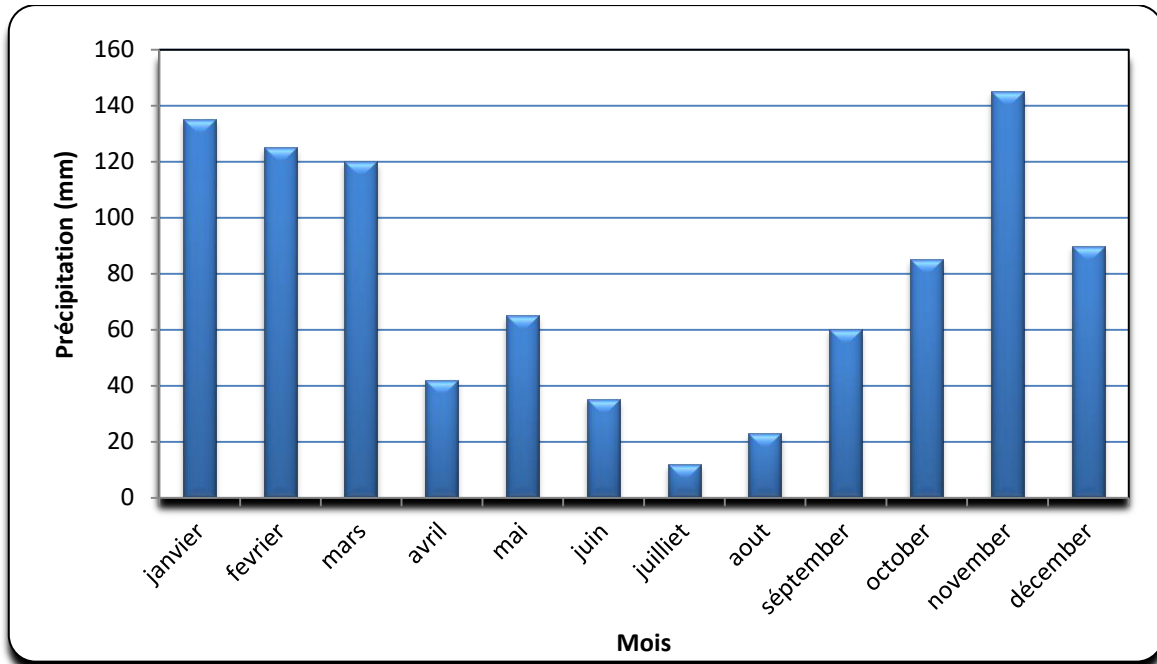


Figure 5: variation des précipitations mensuelles de la station Skikda (2012-2021) (5).

7- la végétation

La flore de la région appartient au type méditerranéen. Elle se compose de plantes annuelle set de plantes vivaces car le cycle de floraison dépend étroitement des conditions climatiques, les massifs forestiers de Skikda, Filial et El Hadaeik sont constitués de chêne liège (7).

La wilaya de Skikda (près de 500 km à l'est d'Alger) a connu un développement intense.

Avec sa superficie agricole avoisinant 132 000 ha, regroupant 19 000 agriculteurs et 5 Barrage, elle a décroché le titre de première productrice de tomate industrielle (50 % de la

Production nationale), de pomme de terre et sa semence. Skikda alimente 20 autres wilayas,

De même pour la filière de l'apiculture. Elle est également connue pour sa production d'agrumes (2 852 ha) et de fraises, reconnues pour son excellence.

Cet espace périurbain fait transition entre l'ancienne ville de Skikda et le pôle pétrochimique assez polluant qui couvre une superficie de plus de 1600 hectares (7).

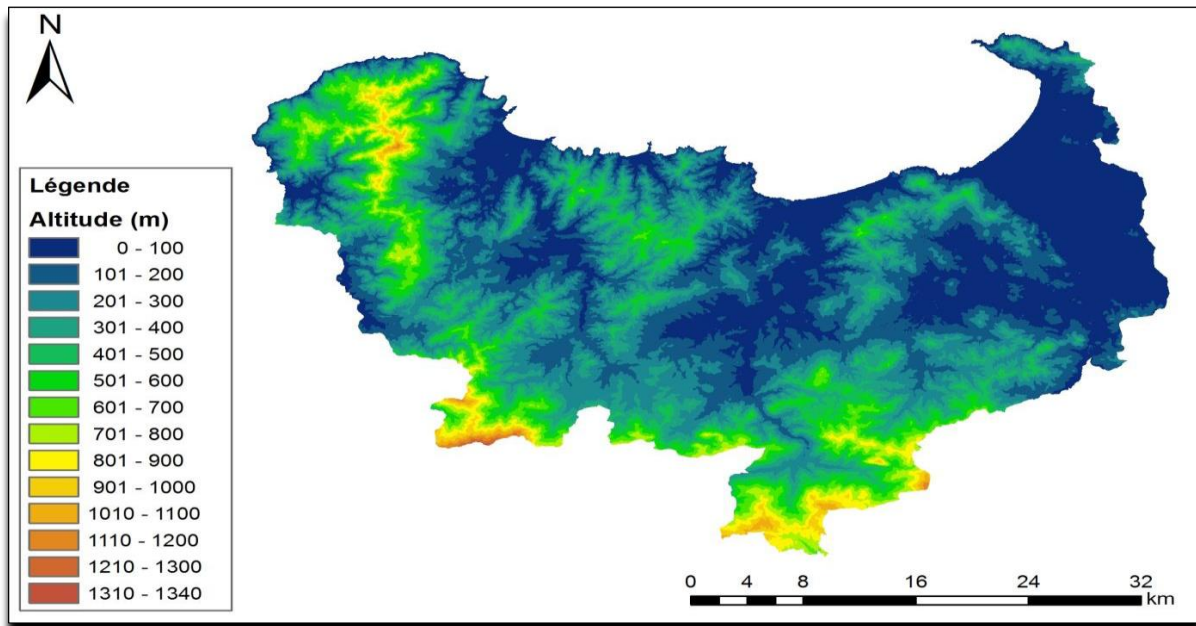


Figure 6: Carte des altitudes de la wilaya de Skikda (7).

Conclusion

Ce chapitre a contenu une présentation globale de la région d'étude (Skikda) dans son contexte général.

Apparu clairement que la position stratégique de Skikda et les différentes caractéristiques géographiques, hydrologiques et géologiques ce qui lui a donné l'importance sur le plan du secteur agricole qui a contribué à donner l'importance hydrologique de la région (Skikda).

Chapitre II

Généralité sur l'eau

Chapitre II : Généralité sur l'eau

Introduction

Indispensable à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques, l'eau est également le principal agent d'érosion et sédimentation et donc un facteur déterminant de la formation des paysages. Le caractère banal de l'eau qui nous environne, fait parfois oublier que ce liquide qui nous est si familier s'avère en réalité par ses propriétés si particulières à la fois le fluide le plus indispensable à la vie et celui dont la complexité est la plus remarquable (14).

Ce chapitre est consacré à définir les différentes propriétés de l'eau (chimiques, biologiques, organique, etc.),

1-Définition de l'eau

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire. L'eau est considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70% de leurs poids en moyenne).

La majeure partie de l'eau (97.5%) est contenue dans les océans (Figure 08), et est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'Homme. Les 2.5% d'eau douce restants ne sont toutes fois pas entièrement disponibles pour l'Homme. En effet, environ 68,7% de celle-ci se présente à l'état solide dans les glaciers et 31,3% seulement se trouve à l'état liquide dans les nappes phréatiques, les lacs d'eau douce, les rivières et l'eau contenue dans la matière vivante...etc. une faible proportion de ces 31,3% est sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère (15).

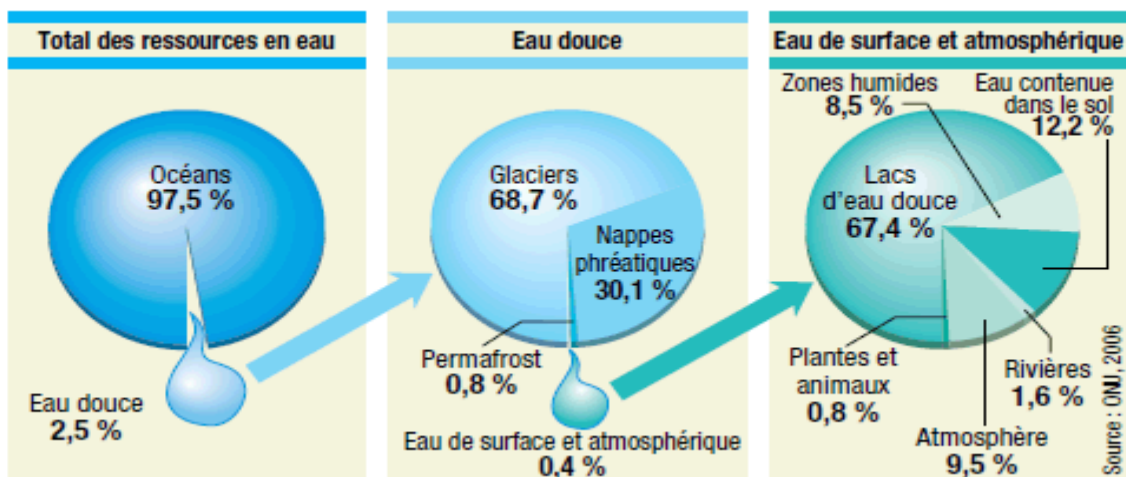


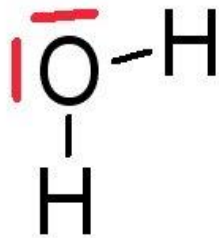
Figure 7: Répartition de l'eau sur la planète.

2-Composition de la molécule d'eau

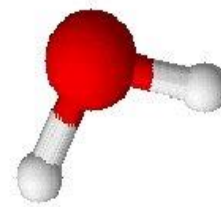
H₂O est la formule de la molécule d'eau. Dans cette molécule, un atome d'oxygène O est relié à deux atomes d'hydrogène H par des liaisons Covalentes. La molécule a la forme d'un V majuscule, d'angle au sommet proche de 105°.

L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécule de H₂O, elle est un très bon solvant, et dissout un grand nombre de corps ioniques, comme les sels en donnant des ions, ainsi que certaines substances chimiques toxiques ou non formées de molécules polaires (16).

En effet, l'eau se charge en composé solides ou gazeux tout au long de son cycle, suivant le milieu (rivières, roches, atmosphère) dans laquelle elle circule (17).



Représentation de Lewis



Modèle 3d

Figure 8: Molécule d'eau (31).

3. Le cycle de l'eau

L'eau, élément pouvant se retrouvé sous trois formes (liquide, gazeuse et solide). L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère, c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour, peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (19).

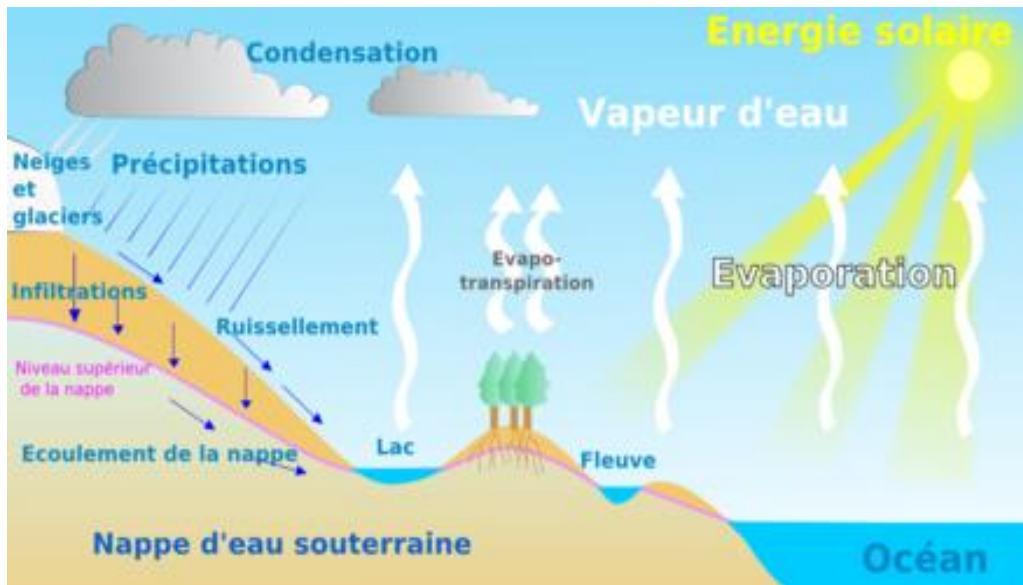


Figure 9: Cycle de l'eau dans la nature (30).

4. Etat de l'eau

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différents états : sous forme solide, liquide et gazeuse.

4.1. L'état solide

L'eau est à l'état solide si la température est inférieure ou égale à 0° Celsius. A cet état, la disposition la plus courante des molécules est une structure cristalline.

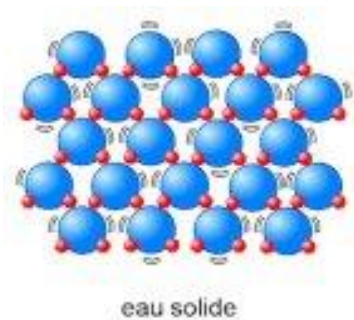


Figure 10: Structure de molécule d'eau solide.

- Voici quelques exemples de présentation de l'eau à l'état solide :

- **la glace** : elle résulte du gel de l'eau, elle se forme à 0° Celsius.
- **la neige** : c'est un minuscule cristal de glace en forme d'étoiles ; les flocons se forment par agglomération de ces cristaux.
- **le givre** : c'est le gel du brouillard.
- **le glacier** : il est le résultat du tassement de la neige accumulée.

4.2. L'état liquide

L'eau est à l'état liquide pour des températures oscillant entre 0° et 100° Celsius à une pression normale (1 bar). Dans cet état, les molécules sont en désordre, elles sont plus serrées qu'à l'état solide, ce qui explique qu'un litre d'eau occupe plus d'un litre quand elle gèle.

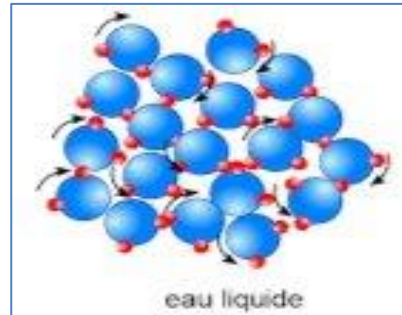


Figure 11: Structure de molécule d'eau liquide.

- Voici quelques exemples de présentation de l'eau à l'état liquide :

- **les nuages** : ils sont formés par l'accumulation de gouttelettes d'eau,
- **la pluie** : elle est constituée des gouttelettes d'eau libérées par les nuages,
- **le brouillard** : il est constitué de gouttelettes d'eau en suspension dans l'air.

4.3. L'état gazeux

L'eau est à l'état gazeux, ou état de vapeur, dès 100° Celsius à pression normale. Mais elle peut l'être aussi à température inférieure : c'est ce qui se passe au-dessus des océans lors de l'évaporation. L'état gazeux est celui du désordre maximal des molécules : ces dernières sont tellement agitées que les forces d'attraction terrestre s'exercent.

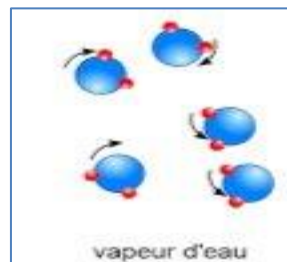


Figure 12: Structure de molécule d'eau gazeuse.

Il est à noter que la vapeur d'eau est invisible. Ce que l'on voit, c'est sa transformation. Par exemple la vapeur qui rencontre une paroi froide se condense sur celle-ci et se transforme en eau, c'est un changement d'état (20).

5. Les Compositions de l'eau

L'eau absolument pure ne contient que la molécule H₂O. Elle n'existe pas dans la nature, et elle son absence de minéralisation la rend mauvaise pour la santé.

Les eaux naturelles contiennent des substances dissoutes, principalement des sels minéraux provenant des couches géologiques que l'eau a traversées. Pour être propre à la consommation, l'eau doit contenir un peu de sels minéraux. Le corps humain est arrangeant : il accepte une très grande variation de composition d'eau.

Nos cellules et notre sang contiennent des électrolytes (des sels). Une eau complètement déminéralisée (ou de l'eau distillée) est mauvaise, car un phénomène "osmotique" conduirait les sels de nos cellules ou de notre sang à migrer dans l'eau, réduisant ainsi leur concentration normale dans notre corps (21).

5.1. Les sels minéraux

Ils sont constitués de cations (chargés positivement) et d'anions (chargés négativement) dissous dans l'eau, dont les principaux sont :

- ✓ Le calcium Ca^{2+}
- ✓ Le magnésium Mg^{2+}
- ✓ Le sodium Na^+
- ✓ Le potassium K^+
- ✓ Le bicarbonate HCO_3^- (appelé aussi hydrogénocarbonate)
- ✓ Le sulfate SO_4^{2-}
- ✓ Le chlorure Cl^-
- ✓ Le nitrate NO_3^-
- ✓ Le fluorure F^-

Les ions ci-dessus sont bénéfiques ou neutres. Leur concentration varie entre quelques mg/L et quelques centaines de mg/L. Seuls les deux derniers ne devraient pas être présents à forte concentration. C'est surtout le cas du fluorure. Le nitrate est inoffensif pour l'homme adulte, mais peut créer de graves problèmes chez le nourrisson. Voir d'autres détails dans ma page principale.

5.2. Autres minéraux et oligo-éléments

Les eaux contiennent de nombreux autres éléments en concentration plus faible, notamment des métaux : fer, zinc, cuivre, etc. Certains sont considérés comme bénéfiques (un peu de fer, de zinc ou de cuivre), d'autres sont toxiques, comme le plomb, le cadmium, l'uranium, qui font partie des "métaux lourds". Le mot "oligoélément" est utilisé, sans avoir une définition scientifique précise, pour indiquer que certains métaux à très faible concentration sont considérés comme bénéfiques sur le plan médical. D'autres substances minérales dissoutes qui ne sont pas des métaux sont toxiques à diverses concentrations : c'est le cas de l'arsenic, du sélénium ou du bore.

5.3. Autres substances naturelles

L'eau contient encore d'autres substances naturelles dissoutes :

- De l'oxygène O₂
- Du gaz carbonique CO₂ (les bulles de l'eau Perrier)
- De la silice SiO₂
- Des matières organiques provenant de la décomposition de végétaux (feuilles, herbe etc.) dans les eaux de surface (rivières, lacs, étangs)
- Des bactéries, dans les eaux de surface également **(33)**.

6. Classification des eaux

6.1. Les eaux naturelles

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées : des eaux souterraines (infiltration, nappe), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer.

6.1.1. Les eaux souterraines

Du point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en :

- **Nappes phréatiques ou alluviales** : peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus.
- **Nappes captives** : plus profondes que le premier et séparées de la surface par une couche imperméable. L'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures.

La nature du terrain sous lequel se trouvent ces eaux est un déterminant de leurs compositions chimiques, cependant elles sont appelées aussi les eaux propres car ils répondent en général aux normes de potabilité. Pourtant, ces eaux sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, elles perdent totalement leur pureté originale dans le cas de contamination par des polluants **(22)**.

6.1.2. Eaux de surface

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,...). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement **(14)**.

6.1.3. Eaux de mers et océans

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau. Elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète. Le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraine et superficielles).

Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité. Elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile. Notamment leur coût très élevé pour leur traitement (14).

6.2. Les eaux usées

Les eaux usées sont les eaux résiduelles d'une industrie ou d'une communauté, qui sont destinées à être rejetées après usage. Elles sont des eaux ayant perdu, par leur utilisation industrielle ou domestique, leur pureté initiale, et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration (23).

6.3. Les eaux de consommation

Une eau potable est une eau douce chimiquement et biologiquement saine, conforme pour un usage lié à la consommation humaine pour éviter toute maladie. Les normes appliquées à une telle eau ne devraient pas être inférieures à celles proposées dans la dernière édition de "Normes internationales pour l'eau potable" publiée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). L'eau du robinet est très utilisée par les ménages car son niveau de potabilité est élevé.

L'eau potable est une eau non salée, une eau douce suffisamment sûre et saine pour être consommée par les humains ou utilisée avec un faible risque de préjudice immédiat ou à long terme (23).

7. Propriétés de l'eau

L'eau ne représente pas la même chose pour tout le monde. Elle possède des propriétés physiques et chimiques uniques et d'autres propriétés : on peut la faire geler, fondre, évaporer ou chauffer et la mélanger.

Rappelons que la molécule est la plus petite quantité d'un corps pur qui puisse exister à l'état libre. C'est un assemblage d'atomes. La molécule conserve toutes les propriétés physiques et chimiques de ce corps.

7.1. Les Propriétés physiques de l'eau

L'eau sur terre connaît une phase liquide particulièrement importante et elle possède les propriétés physiques principales suivantes: (24)

7.1.1. Les Points d'ébullitions

Dans les phases liquide et solide de l'eau, les liaisons hydrogène lient les molécules fortement entre elles. C'est parce qu'il faut briser ces liaisons que l'eau a une température d'ébullition particulièrement élevée pour une molécule de cette masse molaire. Cette caractéristique de l'eau permet à une importante phase liquide d'exister aux températures que nous connaissons sur terre. Cette phase liquide est nécessaire à l'apparition et au maintien de la vie telle que nous la connaissons sur cette planète.

7.1.2. La Viscosité

La viscosité de l'eau est très variable en fonction de sa composition chimique et de sa température de telle sorte que deux eaux peuvent être non miscibles. Ce phénomène est particulièrement important pour la continuité des grands courants océaniques qui règlent le climat planétaire.

8.1.3. Le Solvant

L'eau est le plus important solvant de la surface de la planète. Elle se charge donc des minéraux et substances organiques qu'elle croise et dissout.

8.1.4. Tension superficielle

La tension superficielle de l'eau est très élevée. Cette propriété permet la formation de gouttes et favorise l'ascension capillaire.

8.1.5. Chaleur spécifique :

L'eau est l'élément naturel dont la chaleur spécifique est la plus Élevée : $4185 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, Elle demande donc beaucoup d'énergie pour être réchauffée et pour être refroidie.

8.1.6. Chaleur latente

Les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation de l'eau sont élevées. Comme l'énergie est prélevée sur le substrat on comprend que le phénomène d'évaporation de l'eau vers l'atmosphère refroidisse continuellement les océans. Ces caractéristiques expliquent que l'hydrosphère liquide agisse comme un tampon thermique qui régularise la température terrestre.

8.1.7. Capacité thermique

L'eau présente une très grande capacité thermique de tous les fluides. Du fait de cette capacité, les masses d'eau agissent comme des tampons ou régulateur contre les changements élevés de température.

8.1.8. Transparence

L'eau est transparente dans le spectre visible, mais elle absorbe le rayonnement infrarouge dès les premiers mètres d'épaisseur, ce qui explique que seules les eaux superficielles se réchauffent (24).

7.2. Propriétés chimiques de l'eau

L'eau est un excellent solvant qui dissout un très grand nombre de sels, de gaz, de molécules organiques. Les réactions chimiques de la vie se passent en milieu aqueux ; les organismes sont très riches en eau (jusqu'à plus de 90%). Elle a longtemps été considérée comme un solvant neutre intervenant peu ou pas dans les réactions chimiques. La dilution dans l'eau permettait en particulier de ralentir l'activité des réactifs. En fait, l'eau est un agent chimique très agressif qui risque d'attaquer les parois du récipient qui la contient comme par exemple dans un flacon en verre, des ions silicium passent dans l'eau.

L'eau pure peut exister du point de vue réglementaire, c'est-à-dire, eau sans contaminants bactériens et chimiques, mais elle n'existe pratiquement pas du point de vue chimique (même l'eau distillée contient des traces d'ions ou de molécules organiques prélevées aux conduites et aux récipients).

Dans les réactions chimiques, l'eau intervient d'abord par sa dissociation en protons H^+ , souvent associés à H_2O pour former des protons hydratés H_3O^+ , et en ions hydroxyle OH^- . C'est le rapport entre ces 2 types d'ions qui détermine le pH de la solution (pH : logarithme de l'inverse de la concentration molaire en H^+). De nombreux métaux peuvent décomposer l'eau en produisant un dégagement d'hydrogène et un hydroxyde métallique (25).

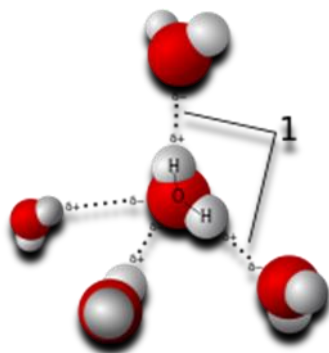


Figure 13: Molécule d'eau.

7.3. Propriétés biologiques

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique, au cours duquel s'effectue une série d'échanges grâce à l'eau. Celle-ci est le constituant principal (en volume) des êtres

vivants, et plus particulièrement du protoplasme de toutes les cellules. L'eau compose aussi la plus grande partie de nos aliments (70 à 95 % de la plupart de nos viandes et de nos fruits et légumes). Il est donc évident que « l'eau, c'est la vie », mais il convient de préciser quelques-unes des multiples relations qui existent entre elle et les êtres vivants (26).

8. Chaîne de traitement d'eau potable

8.1 Traitement effectués

La station effectuée les procédés du traitement suivants :

- La pré-chloration.
- Coagulation – Flocculation
- Décantation.
- Filtration sur sable.
- Désinfection (Post-chloration).

Chacune de ces étapes comprend des techniques spécifiques pour améliorer la qualité de l'eau.

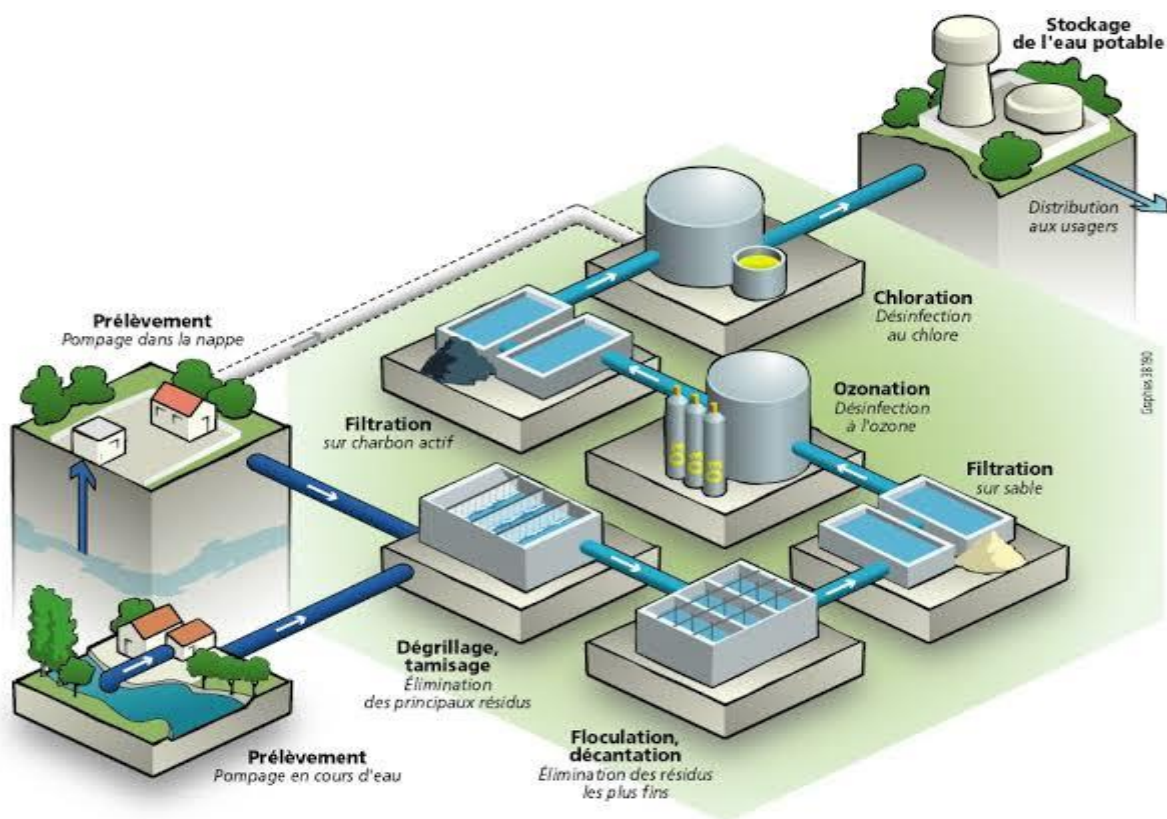


Figure 14: Procédés de traitement d'eau potable.

8.2. Les procédés de traitement

Par rapport à l'eau souterraine, l'eau de surface présente habituellement une plus grande variabilité en ce qui concerne la qualité. Elle est également plus vulnérable à la contamination, autant biologique que chimique. Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps.

Finalement, les installations de traitement de l'eau de surface sont souvent plus complexes que celles qui traitent l'eau souterraine.

Pour ces raisons, la recherche en eau de surface n'est souvent pas la première activité d'un projet. Lorsque requis, les principales étapes d'analyse pour cette avenue de solution sont :

8.2.1. Traitement physique

a. Prétraitement

Les eaux subissent une étape de prétraitement sur le site de captage avant d'être conduites vers l'unité de traitement.

Le prétraitement consiste à faire un dégrillage afin d'éliminer les particules de grosse taille, les branches, le sable...**(27)**.

b. Le dégrillage

Le dégrillage permet d'enlever et arrêter les corps flottants, les gros déchets et les débris de dimensions intermédiaires (passant à travers la grille, afin d'éviter qu'ils interfèrent avec le fonctionnement des équipements aval. Il sert également à empêcher l'accès des poissons aux ouvrages aval (conduite et installation de traitement).

Après un dégrillage (traitement primaire où les particules de diamètres importants sont retenues), les eaux brutes sont orientées gravitairement vers la station du traitement.

8.2.2 Traitement physico-chimique

a. Pré-chloration

Si les eaux à traiter contiennent beaucoup de matières organiques, ou encore de l'ammoniaque, du fer ou du manganèse, une étape de pré-chloration (cette étape s'effectue dans un bassin de mélange). Elle permet d'éliminer plus facilement ces substances au cours de l'étape suivante dite de clarification.

La station utilisée pour l'oxydation des matières organiques, le fer, le manganèse et l'ammoniaque un oxydant comme le chlore gazeux ou Hypochlorite de sodium.

Actuellement, la station utilise dans l'eau des doses entre 2,5 à 3 g/m³ d'hypochlorite de sodium.

b. Clarification

La clarification consiste à agréger sous forme de floccs, les matières en suspension organique et minérales et les substances colloïdales. Ces matières indésirables s'étant agglomérées, elle se décantent au fond du bassin de décantation ou elles sont régulièrement extraites. Par contre, l'eau surnageant est filtrée sur sable **(28)**.

- **Coagulation-floculation** : La coagulation-floculation est un procédé physico-chimique de clarification des eaux. Il réside dans la formation, par l'addition de coagulant, de trames floconneuses appelées " Floccs".
- **Coagulation** : La coagulation est un processus qui consiste à neutraliser les charges portées par les substances colloïdales ou dissoutes indésirables à l'aide d'un produit chimique de charge opposée, appelé coagulant avec une agitation rapide, afin de faciliter leur agglomération en floccs décan tables ou filtrables.

Le coagulant peut être introduit dans un bassin de coagulation est sulfate d'alumine **(14)**.

-Les caractéristiques de ce bassin sont les suivantes :

- ✓ Longueur : 3.2m.
- ✓ Largeur : 2.4m.
- ✓ Profondeur : 5m.
- ✓ Le bassin doit être équipé d'une unité mécanique de mélange rapide.
- **Floculation** : La floculation est l'étape de traitement qui suit la coagulation. Elle vise à favoriser la croissance de floccs par une agitation lente et prolongée de l'eau provenant des bassins de coagulation. Elle est réalisée dans un bassin pourvu d'une unité mécanique d'agitation et implique habituellement l'ajout d'un floculant.

Elle complète la phase de la coagulation et vise à assurer une plus grande cohésion du flocc et une meilleure vitesse de sédimentation.

L'adjuvant ou le floculant peut être introduit dans un bassin de floculation est poly électrolyte **(29)**.

- Les caractéristiques de ce bassin sont les suivantes :

- ✓ Longueur : 17 m.
- ✓ Largeur : 9.2 m.
- ✓ Profondeur : 5 m.
- ✓ Le bassin doit être équipé d'une unité mécanique de mélange lente.

Le temps nécessaire pour la coagulation-floculation est de 20 à 30 minutes. L'étude des étapes de coagulation-floculation se fait dans une installation appelée Jartest, permettant la

sélection du meilleur jeu de conditions opératoires en vue de l'étape de décantation. La quantité de coagulant, la quantité de floculant, la vitesse d'agitation, le temps d'agitation sont autant de paramètres à optimiser. L'utilisation de plans d'expérience dans ce test pratique en constitue une de ses originalités.

Les concentrations de sulfate d'alumine et le poly-électrolyte se déterminent à l'aide d'un flocculateur. Le flocculateur est un appareil couramment utilisé pour les essais de coagulation - floculation. Cet appareil est composé de six agitateurs mécaniques.

c. Décantation

La décantation a pour but d'éliminer les floccs issus de la coagulation et floculation, elle se fait grâce au bassin de décantation, le volume de ce dernier est 3400 m³. Le temps nécessaire pour la décantation des floccs est deux heures.

d. Filtration sur sable

La filtration est la barrière ultime et obligatoire de la filière de traitement des eaux dans la majeure partie des cas. Elle vise à réaliser ou à compléter, à travers un lit filtrant, la réduction des particules en suspension, des coliformes, des virus, des parasites ainsi que la turbidité.

Sans elle, plusieurs filières de traitement ne pourraient obtenir de crédits pour l'enlèvement des virus et des kystes de protozoaires.

Ce procédé de filtration est celui qui est le plus utilisé à la station. Il est caractérisé par un lavage intermittent de son média filtrant. Ce lavage de filtre se fait comme suit :

- Fermeture de la vanne de sortie d'eau filtrée.
- Ouverture de la vanne d'entrée d'eau de lavage.
- Mise en service de la pompe de dé colmatage pendant 30 à 50 secondes.
- Mise en marche du suppresseur de lavage.
- Ouverture de la vanne d'entrée d'air de lavage pendant 8 à 30 minutes. Puis fermeture de la vanne d'entrée d'air.
- Arrêt du suppresseur de lavage.
- Mise en service des pompes de rinçage pendant 8 à 10 minutes .Le rinçage se fait par une eau traitée puis arrêt du rinçage.
- Remise en service du filtre par ouverture de la vanne de sortie d'eau filtrée.

8.2.3 Traitement chimique

a. Post-chloration (désinfection)

En raison de la présence occasionnelle de germes (Entérocoques, Escherichia Colis) l'injection d'hypochlorite de sodium existante sera conservée pour assurer ainsi une désinfection de l'eau distribuée dans le réseau.

La désinfection vise à tuer ou inactiver les germes pathogènes, qui peuvent se trouver dans l'eau, susceptibles de causer des maladies infectieuses chez l'homme. Cette désinfection à l'eau de javel sera asservie au débit entrant.

La stérilisation est obtenue par un traitement chimique. Les réactifs utilisés ont été le chlore et certains composés chlorés, le brome, l'iode, l'ozone et le permanganate de potassium.

b. Stockage de l'eau

Le stockage de l'eau s'effectue dans des réservoirs situés généralement en hauteur : bassins enterrés au sommet des collines ou châteaux d'eau. Ils fonctionnent selon le principe des vases communicants pour assurer une pression régulière et suffisante au sein du réseau en fonction du rythme de consommation. Ils constituent aussi une réserve de sécurité en cas d'incident sur le réseau ou de hausse anormale de la consommation.

Pour pouvoir satisfaire à tout moment la demande en eau potable des abonnés, un réservoir de stockage d'une capacité de 3000 m³ a été créé sur le lieu de traitement en forme de bache enterrée; une réserve qui permet de gérer les pointes de consommation en différents points du réseau (32)

Chapitre III

Hydrochimie et pollution

Chapitre III : Hydrochimie et pollution

Introduction

L'hydrochimie étudie les processus chimiques qui affectent la distribution et la circulation Des composés chimiques des eaux. Est ce chapitre l'à consiste à donner un aperçu sur la Qualité des eaux de surface et souterraine, ainsi définir les différents paramètres de potabilité Des eaux, et l'origine de ces éléments.

1. Les paramètres de qualité des Eaux

Les paramètres de qualité des eaux se divisent en cinq grandes familles :

1.1. Les paramètres organoleptiques

1.1.1. La turbidité (NTU)

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble .C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causé, dans les eux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (34).

Table 2:classes de turbidité usuelles (NTU, néphélogétrie Turbidité unit) (35).

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

1.1.2. La couleur

La couleur de l'eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution, elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration .L'eau de boisson ne doit pas présenter une coloration qui dépasse 15 mg/l à l'échelle platine (36).

1.1.3. L'odeur

UNE eau destinée à l'alimentation doit être inodore. La présence d'une odeur est un signe de pollution ou de la présence de la matière organique en décomposition (36).

1.2 Le paramètre physico-chimique

1.2.1 La température T (C°)

La température est un paramètre important dans l'étude et la surveillance des eaux, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du PH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels etc. Pour la température au-dessus de 15°C, il y a

un risque de croissance accélérée de microorganismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables (37).

Les eaux souterraines gardent généralement une fraîcheur constante, mais la température des eaux de surface varie selon plusieurs facteurs, saisonniers et autres (38).

1.2.2. La dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique correspond à la présence de sels de calcium et de magnésium, et directement liée à la nature des terrains traversés. Ils proviennent des roches calcaires ou dolomitiques. On peut distinguer différents types de dureté (totale, calcique et magnésienne).

La pollution peut aussi, dans une certaine mesure augmenter la dureté de l'eau ; c'est le cas dans certaines régions où le chlorure de calcium CaCl_2 est utilisé massivement pour faire fondre la neige (39).

1.2.3. 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 de neutralité. 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 (40)

Table 3: classification des eaux d'après leur Ph (13)

$\text{pH} < 5$	Acidité forte présence d'acides minéraux ou organique dans les eaux naturelles
$\text{pH} = 7$	PH neutre
$7 < \text{pH} < 8$	Neutralité approchée majorité des eaux de surface
$5,5 < \text{pH} < 8$	Majorité des eaux souterraines
$\text{pH} = 8$	Alcalinité forte, évaporation intense

1.2.4 La Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (35).

Table 4: Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

Conductivité électrique (exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$)	Qualité de l'eau
50 à 400	Excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Médiocre mais eau utilisable
> à 1500	Minéralisation excessive

1.2.5 L'oxygène Dissous (mg d'O₂/l)

Les concentrations en oxygène dissous (OD) constituent, avec les valeurs de PH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique, cette concentration en oxygène dissous est également fonction de vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau (41)

1.2.6 L'alcalinité

L'alcalinité des eaux correspond à sa capacité à réagir avec les ions hydrogène H⁺ qui est due à la présence des ions hydrogène HCO₃³⁻ carbonate (CO³²⁻) et hydroxyde OH⁻ (...) (34).

En peut dit aussi que l'alcalinité correspond à la présence d'ions hydrocarbonates ou hydrogéné carbonates. Elle peut être déterminée par deux paramètres :

- Le Titre Alcalimétrique (TA) :

Qui correspond à la première neutralisation des ions carbonates (CO³²⁻), selon la réaction suivante :



On considère que la réaction est terminée lorsque le PH du milieu a atteint 8.3. La quantité de protons nécessaire à la réalisation de cette réaction dans un litre d'eau est appelé le Titre Alcalimétrique.

En pratique, on détermine le TA à l'aide d'une solution étalon d'acide fort (acide chlorhydrique ou sulfurique) en présence d'un indicateur coloré, la phénolphthaléine, qui vire au rouge à pH 8.3. Le TA dose ainsi la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates selon la formule :

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + \frac{1}{2}[\text{CO}^{32-}]$$

Dans les eaux naturelles où le pH est pratiquement toujours inférieur à 9, la constatation en ions hydroxydes [OH⁻] ne dépasse pas 10⁻² milli mol/l. On la considère donc négligeable face aux concentrations en ions carbonates [CO³²⁻] et hydrogénocarbonates [HCOO³⁻].

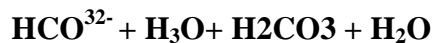
- On obtient donc :

$$[\text{CO}^{32-}] = 2\text{TA}$$

Le **TA** s'exprime en milliéquivalent par litre (me/l) ou en degrés français (°F) C'est une unité de concentration : $1^\circ\text{F} = 0.2 \text{ mg/l}$ et 1 mg/l de TA correspond à une milli mole de $(\text{CO}^{32-})^-$.

- **Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC)**

Qui correspond à la neutralisation de la totalité des espèces carboniques dissociées et s'obtient en poursuivant la neutralisation :



On considère que cette réaction est terminée lorsque le pH du milieu atteint 4.4. La quantité totale de protons nécessaire à la réaction de cette réaction dans un litre d'eau est appelée le Titre Alcalimétrique Complet. En pratique, on détermine le TAC à l'aide d'une solution étalon d'aide fort (acide chlorhydrique ou sulfurique) en présence d'un indicateur coloré, l'hélianthine, qui vire à pH 4.4. Le TAC dose la totalité des ions hydroxydes, hydrogénocarbonates et carbonates selon la formule :

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{HCO}^{3-}] + [\text{CO}^{32-}].$$

Les ions hydroxydes $[\text{OH}^-]$ étant considérés comme négligeables, on obtient :

$$\text{TAC} = [\text{HCO}^{3-}] + [\text{CO}^{32-}].$$

Le TAC s'exprime également en me/l ou °F. La concentration initiale en ions hydrogénocarbonates $[\text{HCO}_3^-]$ s'obtient finalement par la relation suivante :

$$[\text{HCO}^{3-}] = \text{TAC} - 2\text{TA} \text{ (me/l) (36).}$$

1.2.7 Sodium et potassium ($\text{Na}^+ + \text{k}^+$)

Le sodium et le potassium les 6ème et 7ème éléments les plus abondants à l'état naturel sont en proportion très variable. Aucune norme ne limite la concentration en sodium (ou en potassium) dans les eaux potables. On peut également signaler que le sodium joue un rôle important en agriculture, pour l'irrigation, du fait de son action sur la perméabilité des sols. Le potassium, beaucoup moins abondant que le sodium, et rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieur à 20mg/l (10).

1.2.8 Les chlorures(Cl)

Ils sont rencontrés en grandes quantités dans les eaux souterraines. Elles peuvent provenir de la contamination par les eaux usées d'origine domestiques et industrielle, et de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salés. Le Cl^- est aussi un bon traceur des activités anthropiques (salage, pollution agricole).

Les concentrations en chlorures montrent des valeurs variables, qui dépassent parfois les normes fixées par l’OMS à 250 mg/l, pour atteindre une valeur maximale qui tourne autour de 300 mg/l près des cours d’eau, le premier lieu des rejets domestiques et industriels (40).

1.2.9 Les sulfate

Les eaux naturelles contiennent pratiquement des sulfates, en proportion très variable. Leur présence résulte de la solubilité ses sulfates de calcium des roches gypseuses et de l’oxydation des sulfates répandus dans les roches (les pyrites par exemple).

Les eaux traitées au sulfates au sulfates d’aluminium ajouté lors du traitement en mesurant la teneur en sulfates avant et après la coagulation, bien qu’une légère fraction d’ions SO_4^{2-} soit entraînée par adsorption ave le floc (38).

1.3 Le paramètre indésirable

Ont dites indésirables certaines substances qui peuvent créer soit un désagrément pour le consommateur : gout et odeur (matières organique, phénols, fer), couleur (fer, manganèse...), soit causer des effets gênants pour la santé (nitrates, fluor...).

On surveille donc prioritairement la contamination des eaux par des matières organique (mesurée par l’oxydabilité au permanganate et potassium), la concentration en ammonium, la présence de nitrates et la concentration en fer (10).

1.3.1 Les nitrates et les nitrites

Les nitrate se trouve naturellement dans les eaux proviennent en grande partie de l’action de l’écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg.L⁻¹ dans les eaux superficielles et quelques mg.L⁻¹ dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l’activité humaine accélère le processus d’enrichissement des eaux en nitrates (34).

Table 5:la qualité des eaux en fonction du NO3 (42)

Qualité	NO3
Normale	40 mg/l
Médiocre	40-100mg/l
Mauvaise	>100 mg/l

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composéé azotés. Ils s’insèrent dans le cycle de l’azote entre l’ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l’oxydation bactérienne de l’ammoniaque, soit à la réduction des nitrates. Ils ne

représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates, leur présence dans l'eau est donc rare et en faible quantité (34).

1.3.2 Matière en suspension (MES)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux.

Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...).

Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (43).

1.3.3 Matières organiques

La matière organique (OM) contenue dans les eaux est la partie non encore décomposée de la pollution organique (matières vivantes mortes ou déjections de organismes vivants), présentes naturellement dans l'eau, mais à faible concentration. S'il y en a plus, il y a pollution provenant de rejets d'eaux usées domestiques mal épurées, d'effluents agricoles, etc. La MO peut se rencontrer dans l'eau soit dissoute, soit sous forme particulaire visible. La charge de pollution organique est quantifiable par des techniques normalisées : mesure de la DCO, mesure de la DBO₅ (10).

1.3.4 Demande Biochimique en oxygène (DBO₅) (mg/l d'O₂)

La DBO₅ comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO₅. Elle se résume à la réaction chimique suivante :



1.3.5 Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l d'O₂)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans l'eau à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg

O₂/L. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (44).

1.3.6 Matières azotées

La mesure de N-NO²⁻, N-NO³⁻, N-NH⁴⁺, a été réalisée à l'aide des kits de mesure Merck 00683 et 09713 respectivement selon le protocole du fournisseur.

La mesure en azote total NTOT a nécessité l'utilisation du kit 00683 relatif à la mesure de nitrates. Selon ce protocole, les composés azotés sont d'abord oxydés en nitrate à 120 °C pendant 1 heure. Puis la détermination du NTOT est réalisée par le crack set 14963 fourni par Merck. L'azote Kjeldhal (NTK) a été ensuite calculé de la manière suivante :

$$\text{NTK} = \text{NTOT} - \text{N-NO}^3 - \text{N-NO}^2 \quad (45).$$

1.3.7 Composés phosphorés

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique.

Les eaux de surface peuvent souvent être contaminées par des rejets domestiques, agricoles ou industriels.

Le phosphore existe à l'état minéral ou organique. Chaque fraction peut être séparée analytiquement en ortho phosphates, phosphate hydrolysable et phosphore organique (46).

1.3.8 Certains métaux

Le plomb : provient d'anciennes canalisations en eau potable, des peintures utilisées au début du XXe siècle et était ajouté comme additif à l'essence. Les États-Unis sont les premiers à avoir interdit le plomb dans l'essence, en 1975, l'Europe l'a interdit en 1998 seulement.

L'OMS : estime que l'exposition au plomb (le saturnisme) chez les enfants serait chaque année à l'origine d'environ 600000 nouveaux cas de handicap intellectuel.

L'aluminium : est présent dans l'eau du robinet, certains médicaments, certains additifs alimentaires (E 173) et produite.

Le chrome : est notamment utilisé pour tanner le cuir afin qu'il soit extensible, léger et solide. Or, le chrome trivalent, la forme la plus courante en tannage, peut s'oxyder en chrome hexa valent, cancérigène et nuisible pour les humains et les animaux lorsqu'il s'infiltré dans l'eau d'alimentation. Récemment, un substitut inoffensif à été trouvé, il s'agit du titan (47).

1.4 Les paramètres toxiques

Ce sont des composants minéraux ou organiques qui présents dans l'eau même à très faible quantité en microgramme ($\mu\text{g/l}$), sont dangereux pour les êtres vivants et donc les écosystèmes. cpepesc.org

Une pollution industrielle du captage ou une dégradation des réseaux de distribution peut entraîner la présence d'éléments toxique dans l'eau, dangereux pour la santé en cas de consommation régulière.

Les matières toxiques sont constituées de micropolluants minéraux (métaux lourds : chrome, cadmium, Nickel...) ainsi que de substances telles que les cyanures, ou des molécules organiques présentant une action d'inhibition des mécanismes biologique (10).

1.5 Les paramètres microbiologiques

Les eaux résiduaires urbaines contiennent de nombreux germes (champignons, amibes, protozoaires, bactéries, virus). Dont certains sont pathogènes, la présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif de les épurer pour préserver le milieu naturel (48).

2. la Pollution l'eau

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes (nuisances mauvaise odeur, fermentation, risques sanitaires... etc (49).

2.1-La qualité des eaux souterraines

Étant donné que les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan bactériologique (50).

Elles constituent une meilleure solution que les eaux de surface en termes de génie sanitaire (51).

Dans la réalité, la qualité naturelle de l'eau souterraine ne concerne pas seulement les aspects sanitaires et techniques de l'eau potable. Il faut se souvenir en particulier que l'eau des nappes alimente les rivières et que par conséquent, certaines propriétés chimiques et microbiologiques des eaux souterraines peuvent avoir des incidences sur la vie aquatique (52).

Donc les qualités requises sont d'ordre bactériologique et physico-chimique.

2.2-La qualité des eaux de surface

Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement et sont toujours plus ou moins polluées par divers rejets :

2.2.1. Les rejets domestiques

Dans le cas d'un assainissement collectif ou individuel défectueux, des substances indésirables contenues dans les eaux vannes et les eaux ménagères peuvent contaminées

La nappe (matières organiques, détergentes, solvants, antibiotiques, micro organismes...). Le cas se manifeste avec les puits perdus, l'assainissement individuel avec infiltration dans le sol mal conçu ou mal dimensionné, les stations d'épurations urbaines surchargées. Les ordures ménagères accumulées dans des décharges sauvages ou non mises à la norme libèrent également des lixiviats riches en polluants (53).

2.2.2. Les rejets industriels

Les activités industrielles rejettent principalement des métaux, des hydrocarbures, des acides, et augmentent la température de l'eau. En moyenne, de 2004 à 2009, le SOES (Service de l'Observation et des Statistiques du Ministère en charge du Développement Durable) en France, a montré que les secteurs de la métallurgie et de la chimie sont responsables des rejets de polluants dans l'eau les plus importants (54).

2.2.3. Les rejets agricoles

Le régime et la qualité des eaux sont fortement influencés par les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage(53).L'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (55).

2.3. Les origines de pollution

Il y'a trois principaux origines:

2.3.1. Pollution physique

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (56).

La pollution physique désigne l'autre type de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées, qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz et la pollution radioactive (57).

2.3.2. Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles (58).

L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines (58).

Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse. Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories (57).

2.3.3. Pollution biologique

Un grand nombre de microorganismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons (59).

3. Prélèvement d'échantillons

Les prélèvements des eaux des surfaces doivent être effectués de façon à éviter le maximum les effets de bords (oxygène trop près à la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond, eaux stagnante trop près des Rivières ...etc.).

Il peut être nécessaire de constituer un échantillon « moyen » en mêlant plusieurs prélèvements effectués en divers points d'une section de rivière, afin de mieux connaître la chimie moyenne de l'eau sur une section donnée. En revanche, il est indispensable d'effectuer différents prélèvements dans l'espace et dans le temps et de les traiter séparément pour étudier le fonctionnement d'une mare.

Avant de faire notre prélèvement nous devons choisir deux points qui doivent être espacés et recouvrir l'essentiel de l'oued (60).

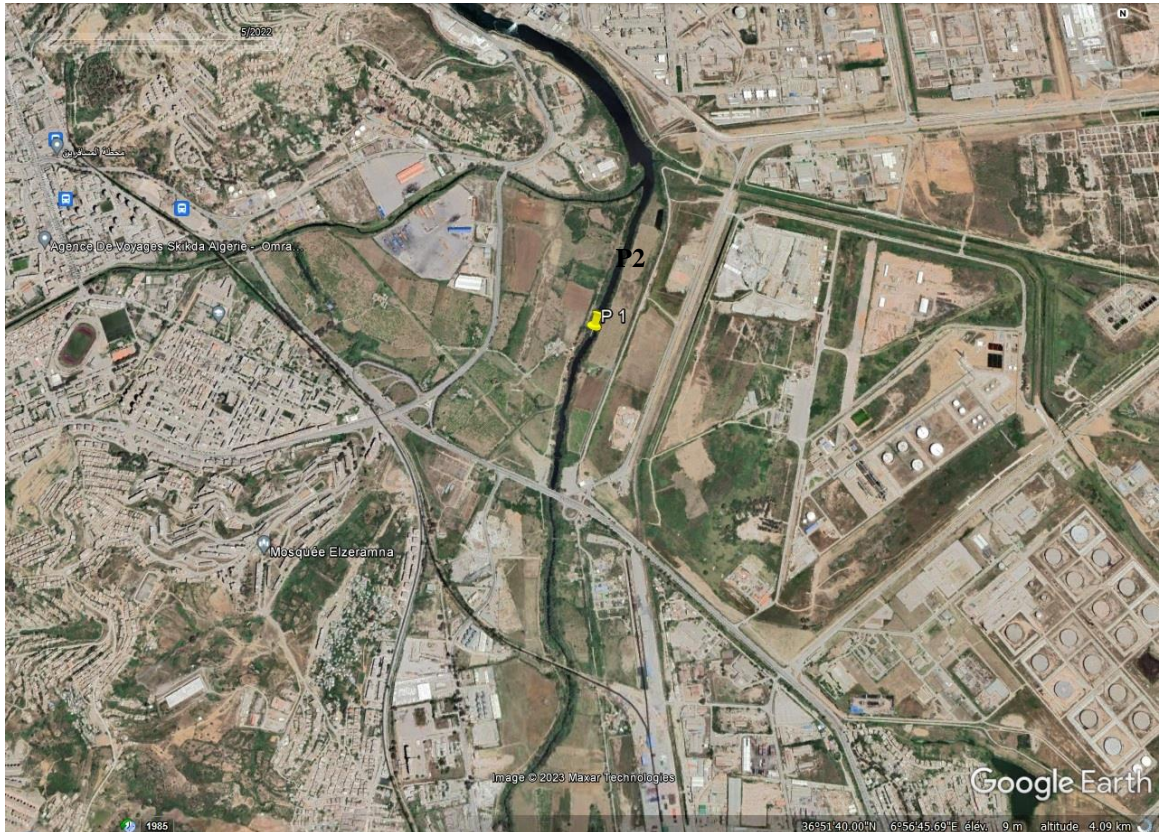


Figure 15: les deux points de prélèvement de rejet des eaux usées d'une

4. Méthodes d'analyses

4.1. Les mesures des paramètres physiques

4.1.1 Détermination de potentiel d'hydrogène (pH) et la température

✓ Principe

La détermination électro métrique du pH s'effectue par mesure de différence de potentiel entre électrode de mesure E_y une électrode de référence à potentiel (électrode au calomel KCL saturé) plongeant dans l'échantillon dont on veut déterminer le pH.

✓ Résultats d'analyses

Versons une quantité de l'échantillon dans un bécher propre puis allumons le pH -mètre lavons la sonde avec l'eau distillée puis l'immergeons dans l'échantillon, enfin nous noter la valeur de Ph et de température.



Figure 16:Appareil de PH-mètre (7).

4.1.2. Détermination la conductivité électrique

✓ Principe

Le passage des courants électriques varie en fonction de la concentration ionique de la solution, sa détermination donne la quantité du sel dissous.

La conductivité électrique d'une eau augmente avec la température, car la mobilité des ions augmente avec elle.

La conductivité électrique d'une eau est conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone en utilisant un conductimètre électrique :

✓ Résultat d'analyse

Prendre une quantité d'échantillon est prélevée dans un bécher et Appliquer un système d'agitation pour homogénéiser l'échantillon. Laver l'électrode avec l'eau distillée et insérée dans l'échantillon on Noter les valeurs enregistrées.



Figure 17:Appareil de conductimètre (7).

4.1.3 Détermination la turbidité

✓ Principe

Elle est mesurée par un turbidimètre à cellule photo, le petit écran de l'appareil, exprimes en Unité de turbidité néphélémétrie, UTN

✓ Résultat d'analyse

Rincer une cuve propre de l'eau à analyser puis Remplir avec l'eau même à travers le turbidimètre. On Placer la cuve au niveau du turbidimètre ; on lit les résultats (volume v).



Figure 18:Appareil du turbidimètre

4.2 Les mesures des paramètres volumétriques

4.2.1. Détermination la Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)

✓ Principe

C'est pour déterminer les bicarbonates HCO^- - hydroxydes OH^- .

$$\text{TA} = \text{OH}^- + \frac{1}{2} \text{CO}_3^{2-}$$

$$\text{TAC} = \text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$$

-100 ml prise à essai

✓ Réactif

- Phenolphthalein ($\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4$).
- Methyl orange ($\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NAO}_3\text{S}$).
- Acide Sulfurique (H_2SO_4).

✓ Résultat d'analyse

Prônons 100 ml d'eau à analyse et ajoutons 03 gouttes de phénolphtaléine ($\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4$). S'il y a un changement vers couleur rose pâle cela indique la présence du TA, Si la couleur reste transparente $\text{TA} = 0$

Après On ajoute sur la solution précédente 02 gouttes de Méthylorange puis on le calibre avec l'acide sulfurique jusqu'à virage du couleur orange brique et Noter le volume V.



Figure 19: Réactif et résultant des échantillonnages (7).

✓ Calculs

$$\text{TAC} = V * 10 \quad (\text{TAC} < 120 \text{ mg/l}, V)$$

4.2.2. Détermination la chlorure (Cl⁻)

✓ Principe

Méthode volumétrique, titrage des chlorures aux nitrates d'argent en présence de chlorure de Potassium

✓ Réactif

- Chromate de potassium (K).
- Nitrate d'argent (Ag Na).

✓ Résultat d'analyse

Prendre un 05 ml prise à essai on, ajoutons 02 gouttes de chromate potassium (K) ; on le calibre avec d'argent (Ag Na).



Figure 20: Résultat de chlorure (7)

✓ Calcul

$$\text{Cl}^- = V * 71$$

V : volume titré.

5.2.3 Détermination du phosphate

✓ Réactif

- Acide ascorbique.
- Réactif de mélange.

✓ Résultat d'analyse

Prendre 40 ml d'eau à analyser (échantillon), et y ajoutons 01 ml acide ascorbique plus 02 ml de réactifs mélange. Attendons 19 min (indique la coloration, bleue).

4.2.4. Détermination de l'ammonium

✓ Réactifs

- Réactifs colorées.
- Dichlor cyanurate.

✓ Résultat d'analyse

Prendre 40 ml d'eau à analyser (échantillon) puis nous y ajoutons 04 ml Réactifs colorées, nous continuons avec de l'eau distillée jusqu'à 50 ml, puis nous la laissons se reposer 60 min après l'augmenter 02 ml eau distillée ou qu'il soit la Longueur d'onde 655 nm.

4.2.5. Détermination de sulfates

✓ Réactifs

- Solution stabilisants
- Chlorure de baryum

✓ **Résultat d'analyse :**

Prendre 100 ml d'eau à analyser, nous y ajoutons ensuite 05 ml de réactive stabilisation et 0,3g chlorure de baryum, Agitons pendant 01mn puis effectuer les mesures au spectrophotomètre.

4.2.6. Détermination de calcium (Ca^{2+})✓ **Principe**

Le titre hydrométrique calcique indique le teneur en sel de calcium.

✓ **Réactifs**

-Hydroxyde de sodium Na OH.

-Merixide HSN

✓ **Résultats d'analyses**

Prendre 50 ml prise à essai, nous y ajoutons 02 ml de solution hydroxyde de sodium NaOH plus Petite quantité de murex ide HSN indicateur, après l'augmenter l'EDTA Na2 ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2$) et Di sodique (acide éthylène diamine titra étique) jusqu'à virage du couleur mauve foncé



Figure 21: Résultat de calcium (Ca^{2+}) (7).

✓ **Calcule**

$$\text{Ca}^{2+} = V \cdot 10 \text{ en mg/l} \quad (\text{Ca}^{2+} < 200 \text{ mg/l})$$

V : le volume titré.

Tableau 6: Présentation des résultats d'analyse Lieu de prélèvement : Oued Saf-saf-en face centrale thermique SPE-Commune de Skikda (04/02/2023) (61).

Paramètres	Unités	Résultats	Valeur limite (*)
Température	°C	19,8	25
Ph	/	7	6.5-9
Conductivité	Us/cm	4240	2800
Salinité	mg/l	2,2	/
Concentration d'oxygène dissou	mg/l	6,7	8
Saturation d'oxygène dissous	%	68,5	/
Matière en suspension	mg/l	33	25
Demande biochimique en oxygène	mg/l	>50	7
Demande chimique en oxygène	mg/l	50	30
Ammonium	mg/l	3,5	4
Nitrites	mg/l	0,03	/
Couleur		Verdatre	
Odeur		Présence	
Aspect		Trouble	
Observation microscopique		-	
Observation sur site		présence de deux points de rejet des eaux usées d'une centrale à béton	

5. Dessalement de l'eau de mer

5.1. Définition du dessalement de l'eau de mer

Le dessalement s'appelle aussi désalinisation ou plus rarement dessalage. Il est une production d'eau douce à partir d'eau salée ou saumâtre par l'élimination des sels contenue (6).

Dessaler l'eau de mer de manière à le rendre consommable et possible et même pratique depuis plusieurs décennies au Moyen-Orient et dans des îles sans grandes ressources en eau douce. On dispose aujourd'hui de nombreux systèmes dont beaucoup ont atteint le stade industriel. Les deux types de procédés couramment utilisés sont la distillation d'une part, et l'osmose inverse d'une autre part (63).

5.2. Les technologies principales de dessalement des eaux

Les technologies actuelles de dessalement des eaux sont classées en deux catégories, selon le principe appliqué :

- Les procédés thermiques faisant intervenir un changement de phases : la congélation et la distillation.

- Les procédés utilisant des membranes: l'osmose inverse et l'électrodialyse (64).
- Le procédé précité et utilisé en Algérie est l'osmose inverse, qui est une technologie dont les performances ont été prouvées pour le dessalement d'eau de mer. Les autres techniques n'ont pas connu un essor important dans le domaine à cause de problèmes liés généralement à la consommation d'énergie et/ou à l'importance des investissements qu'ils requièrent (65).

Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagé, toutes les installations de dessalement comportent 4 étapes :

- 1- Une prise d'eau de mer avec une pompe et une filtration grossière,
- 2- Un prétraitement avec une filtration plus fine, l'addition de composés biocides et de produits anti-tarte,
- 3- Le procédé de dessalement lui-même.
- 4- Le post-traitement avec une éventuelle reminéralisations de l'eau produite.

A l'issue de ces 4 étapes, l'eau de mer est rendue potable ou utilisable industriellement, elle doit alors contenir moins de 0,5 g de sels par litre (65).

5.3. L'osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression (54 à 80 bars pour le traitement de l'eau de mer). Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phase. Les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laissent pas passer les particules, les sels dissous, les molécules organiques de 10⁻⁷ mm de taille (64).

5.4. Principe de l'osmose inverse

Le principe de l'osmose est basé sur l'équilibre de concentration en soluté de part et d'autre d'une membrane semi-perméable. Considérons un système à deux compartiments séparés par une membrane perméable et contenant deux solutions de concentrations différentes. Le phénomène d'osmose va se traduire par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. La quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux d'eau va s'annuler. Si pour simplifier, on suppose que la solution diluée est de l'eau pure, cette pression d'équilibre est appelée pression osmotique. Une augmentation de la pression au-delà de la pression osmotique va se traduire par un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique. C'est à dire de la solution concentrée vers la solution diluée ; c'est le phénomène d'osmose inverse.

Donc, l'osmose inverse est une technique séparative qui consiste à extraire l'eau d'une solution généralement salée dans notre cas, c'est l'eau de mer. Elle permet en principe de réduire la concentration totale en solutés (66).

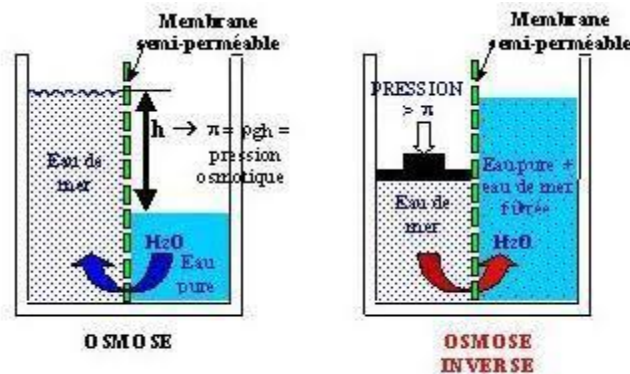


Figure 22: Osmose et osmose inverse (65).

Conclusion

Les eaux de surface et souterraine sont deux sources naturelles importantes d'un point de vue économique, en générale, ces eaux sont destinées à la consommation humaine malheureusement ces derniers années ces eaux sont devenue pollués par des facteurs qui remontons à ses origines domestiques et industrielle.

La pollution de l'eau de surface et très perceptible a titre dès l'attention sur les dangers et les mesures pour la combattre par contre la pollution des eaux souterraines est moins apparente.

Les eaux superficiele de la ville de Skikda est des mauvaises qualités.

CHAPTER IV

Essai de Gestion des ressources en eau

Chapitre IV : Essai de Gestion des ressources d'eau**Introduction**

La gestion de l'eau n'est pas une action contemporaine. L'eau était toujours considérée comme un enjeu politique, et ce depuis les origines, depuis, en fait, que l'homme transforme la nature pour satisfaire ses besoins quotidiens. Le souci de l'eau, loin d'être né avec l'essor de la thématique environnementale, ou encore avec la révolution industrielle, est, en raison de son caractère vital, consubstantiel à toute vie humaine et donc à toute vie sociale. (67).

gestion Intégrée des Ressources en Eau, la est un processus qui encourage La mise en valeur et la gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées en Vue de maximiser le bien-être économique et soci: Les ressources superficielles proviennent des barrages de Guenitra, Zit El Emba et Zerdaza avec un apport d'appoint, en cas d'insuffisances, des ressources de Guenitra et Zit El Emba. L'eau brute est acheminée vers la station de traitement de Hamadi Krouma d'une capacité nominale de production de 70 000 m³ /j. Actuellement la station de traitement produit en moyenne 43 000 m³ /j.al qui en résulte d'une manière équitable, Sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux (68).

1- L'importance de la gestion de l'eau

La gestion de l'eau est nécessaire car il s'agit d'une ressource unique, essentielle à la vie sur terre, qui est par ses multiples fonctions complexe à gérer. Récemment s'y est encore ajoutée la notion de développement durable, qui vient encore complexifier sa gestion. Par la multitude d'acteurs, la gestion de l'eau pose de nombreux problèmes : des problèmes d'appropriation, de maintenance, de production et d'allocation. De plus, la gestion de l'eau est marquée par de fortes spécificités qui sont liées aux caractéristiques de l'eau (68).

2-la gestion des ressources d'eaux en Algérie

La gestion de l'eau en Algérie pose un problème épineux aux autorités. Les ressources disponibles sont en deçà des besoins. La vétusté des réseaux d'adduction et la capacité de stockage déficiente entravent la bonne distribution de l'eau aux consommateurs.

La dotation journalière par habitant reste faible par rapport aux normes internationales. Les instruments de gestion de l'eau ne sont pas efficaces (69).

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants. L'utilisation de l'eau est liée aux activités économiques. La connaissance des

ressources en eau est la condition nécessaire pour une bonne gestion. Les instruments de gestion sont un outil indispensable pour l'organisation des institutions juridiques, économiques et administratives de ladite gestion (69).

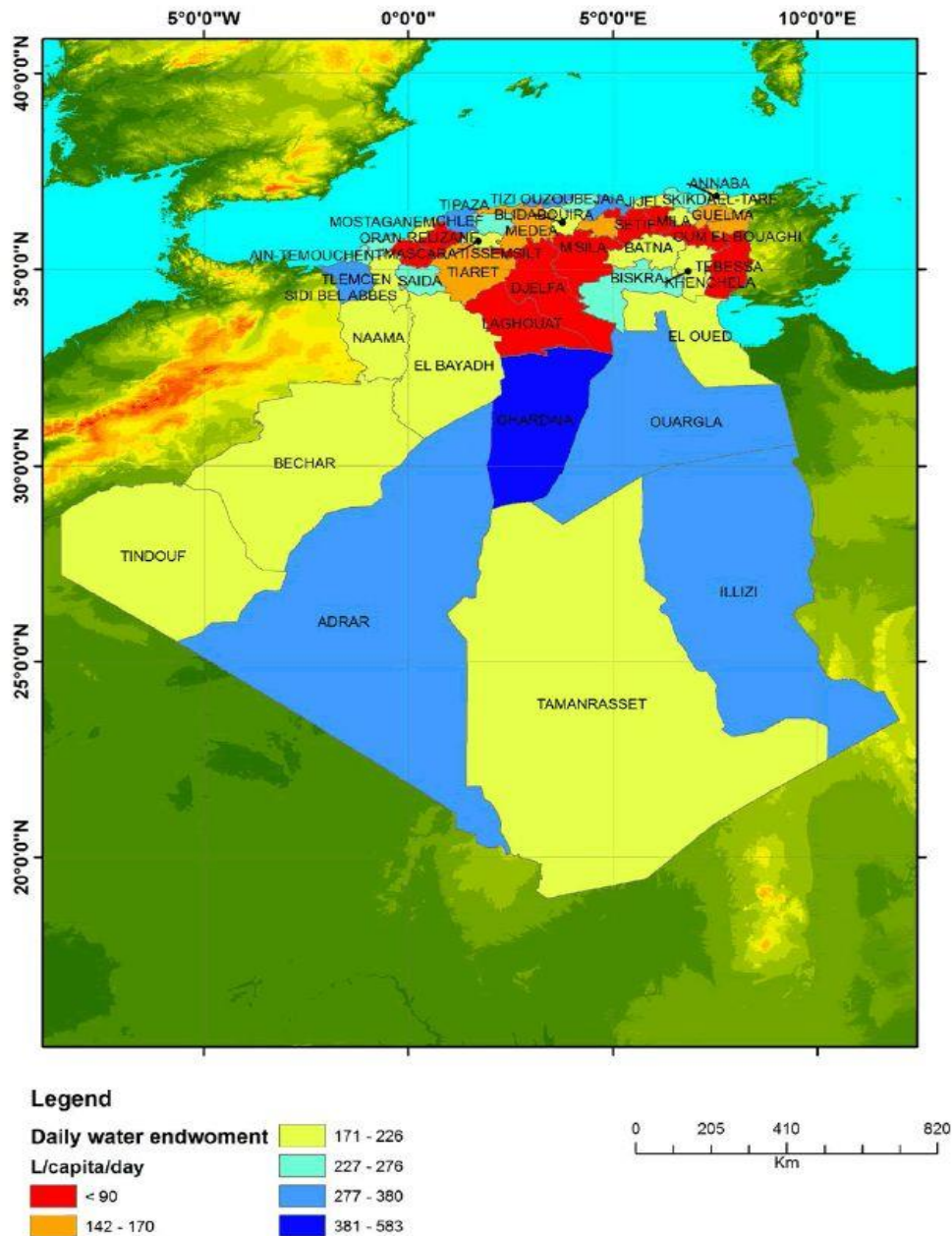


Figure 23: répartition de la spatiale de la dotation journalière en eau dans la province algérienne (70)

3- Les ressources en eaux de Skikda

Actuellement le groupement urbain de la ville de Skikda est Alimenté par plusieurs ressources :

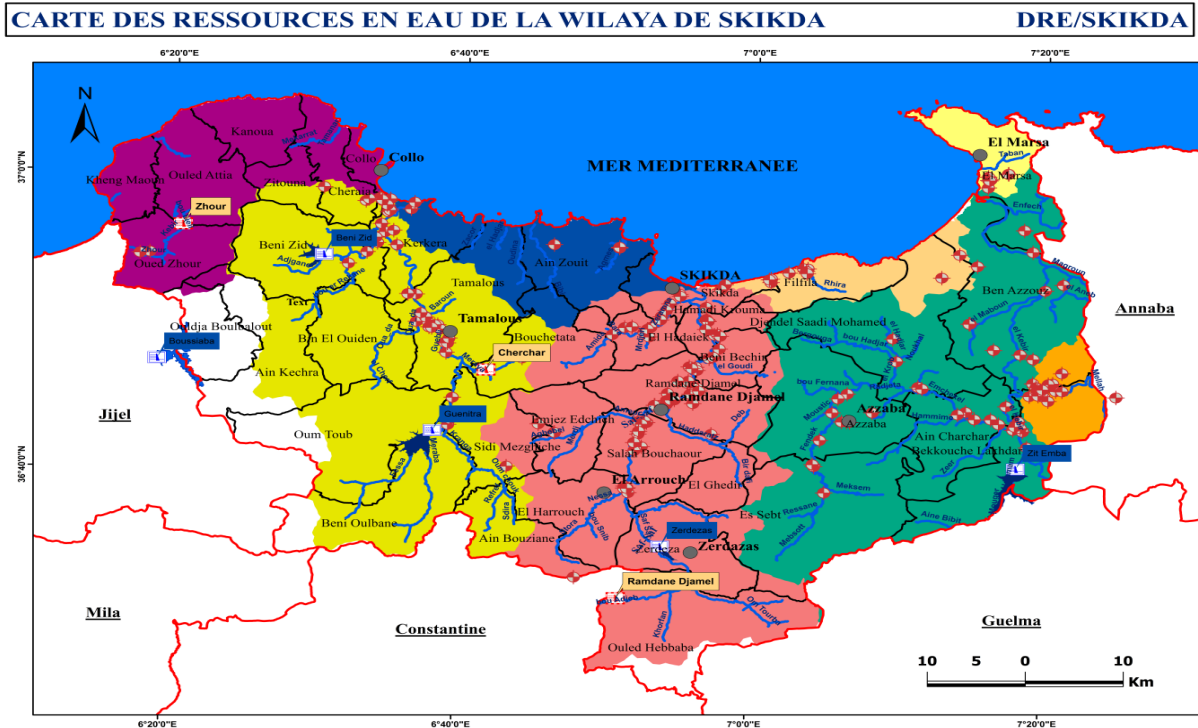


Figure 24: carte des ressources en eaux de Skikda (4).

3. 1. Les eaux Superficielles

Les ressources superficielles proviennent des barrages de Guenitra, Zit El Emba et Zerdaza avec un apport d'appoint, en cas d'insuffisances, des ressources de Guenitra et Zit El Emba. L'eau brute est acheminée vers la station de traitement de Hamadi Krouma d'une capacité nominale de production de 70 000 m³/j. Actuellement la station de traitement produit en moyenne 43 000 m³/j (71).

- Les Barrages

Au Skikda en à 4 barrages fournissant un volume régularisable de 129.40 m³ an dont 18 à Zerdaza, 48 à Genitra, 20 à Beni zid et 43.4 à Zit Emba (71).

a) Barrage de genitra

Le barrage de Guenitra est situé à 50 km au sud-ouest de la ville de Skikda, proche de la localité d'Oum Toub.

Il est destiné à :

- L'alimentation en eau potable et en eau industrielle de la ville de Skikda.
- L'irrigation des périmètres agricoles dans la vallée de Saf-saf et dans la plaine de Medjez Edchich (72).



Figure 25: barrage Genitra (7)

b) Barrage de zerdazas

Le barrage des Zardezas est situé sur l'Oued Saf-Saf à 350 km à l'Est d'Alger et à 30 km au sud de la ville côtière de Skikda. Il assure l'irrigation de 1000 hectares du périmètre de la plaine du Saf-Saf et l'alimentation en eau potable de la ville chef lieu et des communes de Zerdaza, El-Harrouch, Aïn Bouziane et Mzedj Edchich ainsi que la zone industrielle (Raffinerie pétrolière) de Skikda. Le barrage des Zardezas assure également la régularisation du débit d'oued Saf-Saf contre les crues violentes qui se produisent surtout durant les moments pluvieux de l'automne, du printemps et de l'hiver.

L'ancien barrage, d'une capacité initiale de 15 millions de m³, construit de 1926-1945, suite à son envasement, a été surélevé durant la période allant de 1971 à 1974 (ANBT) pour augmenter sa capacité de stockage à environ 32 Hm³.

Ce barrage, qui date de 1926, dispose d'une capacité instable au cours du temps à cause des quantités élevées des sédiments arrivant à sa cuvette. En effet, le dernier levé bathymétrique indique que sa capacité de stockage n'excède pas 18.6 millions de m³.

Le barrage des Zardezas est de 74,2 m de hauteur à partir de la fondation, sa largeur à la base est de 44 m alors qu'à la crête est de 6,50 m, il a une longueur à la crête de 242 m. Le niveau normal de la retenue (NNR) se trouve à 197,30 NGA et celui des plus hautes eaux

(NPHE) à 199,00 NGA. Au niveau de la digue du barrage des Zardezas quatre (4) vannettes de dévasement, de 300 mm de diamètre, sont installées à la cote 178 m (73).



Figure 26: photo barrage de zerdas (73)

c) Barrage Zit Emba

Le barrage de Zit El Emba est situé au Sud Est de la wilaya de Skikda, elle est délimitée :

- Au Nord par la commune de Ben-Azzouz (wilaya de Skikda).
- Au Sud par la commune de Berknia et Bouati-Mahmoud (wilaya de Guelma)
- A l'Est par la commune de Berrahal et Eulma (wilaya d'Annaba)
- A l'Ouest par la commune de Ain Charchar et Es-Sebt (wilaya de Skikda).

Le rôle du barrage :

- Régularisation de l'écoulement sur plusieurs années
- AEP des communes Azzaba, Djendel.Ain, cherchar + renforcement AEP Skikda ville. 33000 m³/jour.
- Irrigation par réseaux(ONIDE).
- Irrigation des terres adjacents au barrage : 2500 ha : 3.5 hm³ /an.

- Irrigation par lâchers : Ben Azzouz –Marsa Oued El Kebir – Boumaiza –El Hamma 6.0 hm³/an (73)



Figure 27: barrage Zit Emba (73)

d) Barrage Beni Zid

Il est situé sur l'oued Béni Zid et est doté d'une capacité de 40.103 m³ pour l'AEP de la Commune de Collo ainsi que pour irriguer 1 500 ha de sa plaine (74)

- Alimentation en eau potable des centres de :

COLLO, BENI ZID, CHERAIA et KERKERA

- Alimentation en eau d'irrigation :

Périmètre d'irrigation de BENI ZID (Réalisation en cours) (7)



Figure 28: Barrage Beni Zid (74)

3.2. Les eaux Souterraines

Ces ressources alimentent les Platanes (commune de Fil Fila) et la commune d'El Hadaeik, les capacités de production de chaque ressource sont :

- Captage des platanes : 10 l/s,
- Forage des Platanes : 8 l/s,
- Puits 14 et 15 (Platanes) : 2 x 5 l/s
- Forage Oued El Guet: 6 l/s,
- Forage de secours (cité des frères Lekhal) : 4 l/s.
- El Hadaeik : 1 puits avec un débit disponible de 10 l/s (un deuxième puits est actuellement hors service).

La production moyenne de l'ensemble des forages et puits avoisine les 50 l/s, soit 4 300m³ /j (71)

3.3. Les eaux de dessalements

- Ancienne station de dessalement de Ben M'hidi (7 000 m³/j)

La station de dessalement de Ben M'hidi a été mise en service de 2003 avec une capacité de production de 7 000 m³ /j pour assurer l'alimentation de l'agglomération de LARBI BEN MHIDI et la zone industrielle SONATRACH. Avant la mise en service de la

Nouvelle station de dessalement en 2009, la station de Ben M'hidi produisait 4 000 m³ /j. Actuellement cette station est hors service (71).

-Nouvelle station de dessalement de Ben M'hidi (100 000 m³/j)

La nouvelle station de dessalement a une capacité de production de 100 000 m³ /j pour assurer en partie l'alimentation du groupement urbain de la ville de Skikda. La répartition de cette ressource est :

- 34 000 m³/j pour le couloir sud (El Harrouch)
- 20 000 m³/j pour la plateforme industrielle
- 46 000 m³/j pour le groupement urbain de la ville de Skikda.

Ces quotas prévisionnels ont été définis avant la mise en service de la station de dessalement.

Durant l'année 2011, la station produisait jusqu'à 60 000 m³ /j uniquement pour les besoins du groupement urbain de Skikda (71)

4-Ressources disponibles pour la demande en eau

Pour le bilan besoins ressources, la ressource totale disponible est :

Table 7: Les Ressources Total disponibles (71)

Ressources	Volume
Station Hammadi Krouma	70000
Nouvelle station de dessalement	66000
Forages	4300
Total	1403000

Pour le bilan besoins ressources, nous retiendrons 140 000 m³/j de ressource disponible pour l'alimentation du groupement urbain de Skikda, y compris la zone industrielle (7).

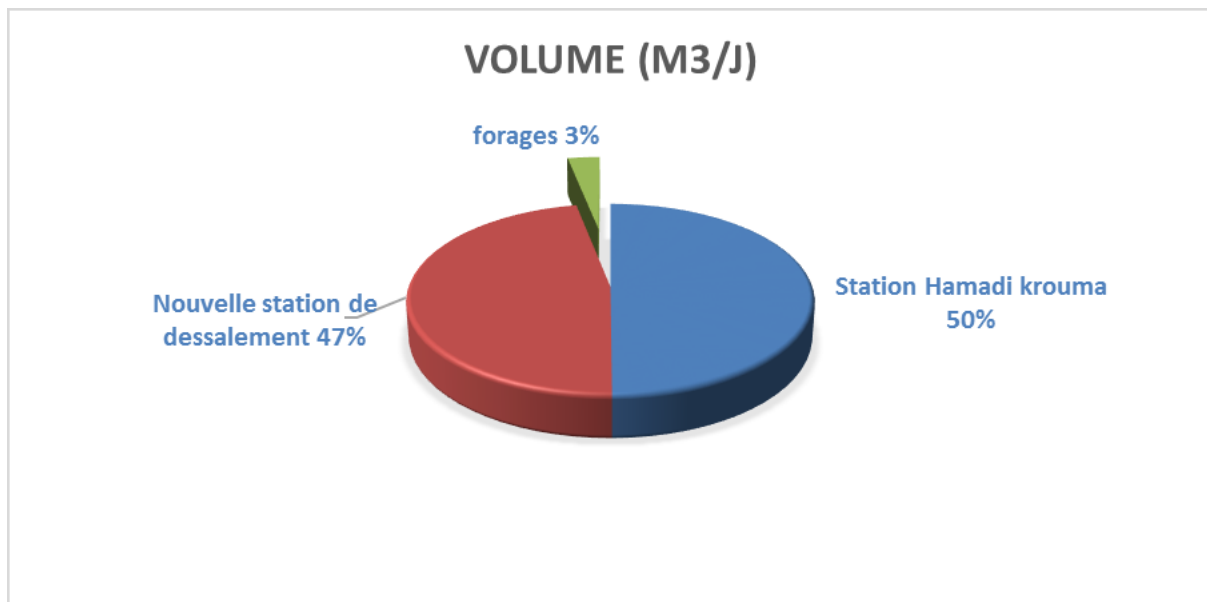


Figure 29: volume des ressources d'eaux disponibles (7)

5-Les réseaux

5-1- Réseaux d'adductions

- **Adduction des barrages**

Les adductions des trois barrages acheminent l'eau brute vers la station de traitement de Hamadi Krouma. Les caractéristiques des conduites d'adduction sont reprises dans le tableau ci-dessous (extrait du rapport de la mission A).

Table 8 : Le linéaire total des adductions des barrages avoisine les 104 km (71)

Adductions	Tronçons	Type	Matériau	Diamètre (mm)	Linéaire (ml)
Zit Emba	Tronçon 1	Amené	Acier	900	108
	Tronçon 2	Refoulement	Acier	600	2000
	Tronçon 3.1	Gravitaire	Acier	800	24000
	Tronçon 3.2	Gravitaire	Acier	860	18700
Sous Total Linéaire (ml) Zit Emba					44808
Guénitra	Tronçon 1	Amené	Acier	1200	160
	Tronçon 2.1	Refoulement	Acier	1000	500
	Tronçon 2.2	Refoulement	Acier	1000	500
	Tronçon 3	Gravitaire	Acier	1200	3280
	Tronçon 4	Gravitaire	BPAT	1250	8160
	Tronçon 5	Gravitaire	BPAT	1000	14100
Sous total Linéaire (ml) Guénitra					26700
Zerdaza	Tronçon unique	Gravitaire	Acier	600	11800
Sous total Linéaire (ml) Zerdaza					11800
Salah Bouchour et Ramdan Djamal	Tronçon unique	Gravitaire	Acier	800	9350
Sous total Linéaire (ml) salah bouchour					9350
Ramdan djamal et hamadi krouma	Tronçon unique	Gravitaire	Acier	800	10650
Sous total Linéaire (ml) Hammadi krouma					10650
Linéaire Total des adductions des 3 barrages (ml)					103308

- **Adductions inter ouvrages**

Les adductions inter ouvrages sont les conduites de refoulement et les conduites d'adduction en gravitaire entre les ouvrages.

Table 9: Type de conduite.

Matériaux	Linéaire (ml)
Fonte	14380
Ancienne Fonte	92
PVC	1506
PEHD	9292
Acier	52578
Amiante	6243
Galva	4944
Total	89035

5-2- Réseaux de distribution

Le réseau de distribution du réseau d'alimentation en eau potable du groupement urbain de la ville de Skikda s'étend sur un linéaire avoisinant les 305 km (71).

Table 10: Type de conduite.

Matériau	Linéaire
Fonte	41869
Ancienne Fonte	39948
PVC	12709
PEHD	125835
Acier	27894
Amiante	9294
Gaval	46864
Total	304413

6- Les Ouvrages de stockage

La liste des ouvrages de stockage du système d'alimentation en eau potable du groupement urbain de la ville de Skikda. Le stockage global est de l'ordre de 138 000 m³, soit 98% de la ressource disponible. Le stockage utile à partir desquels on assure la distribution (hors bâches de reprise et les ouvrages à abandonner, stora et citerne 1) est de l'ordre de 124 200 m³ (71).

Table 11: les ouvrages de stockages D'eau de la wilaya de Skikda (75).

Ouvrage	Nombre
Réservoir	156
Château d'eau	2
Bâche d'eau	24
Réservoir tampon	18
Capacités de stockage (10³ m³)	213

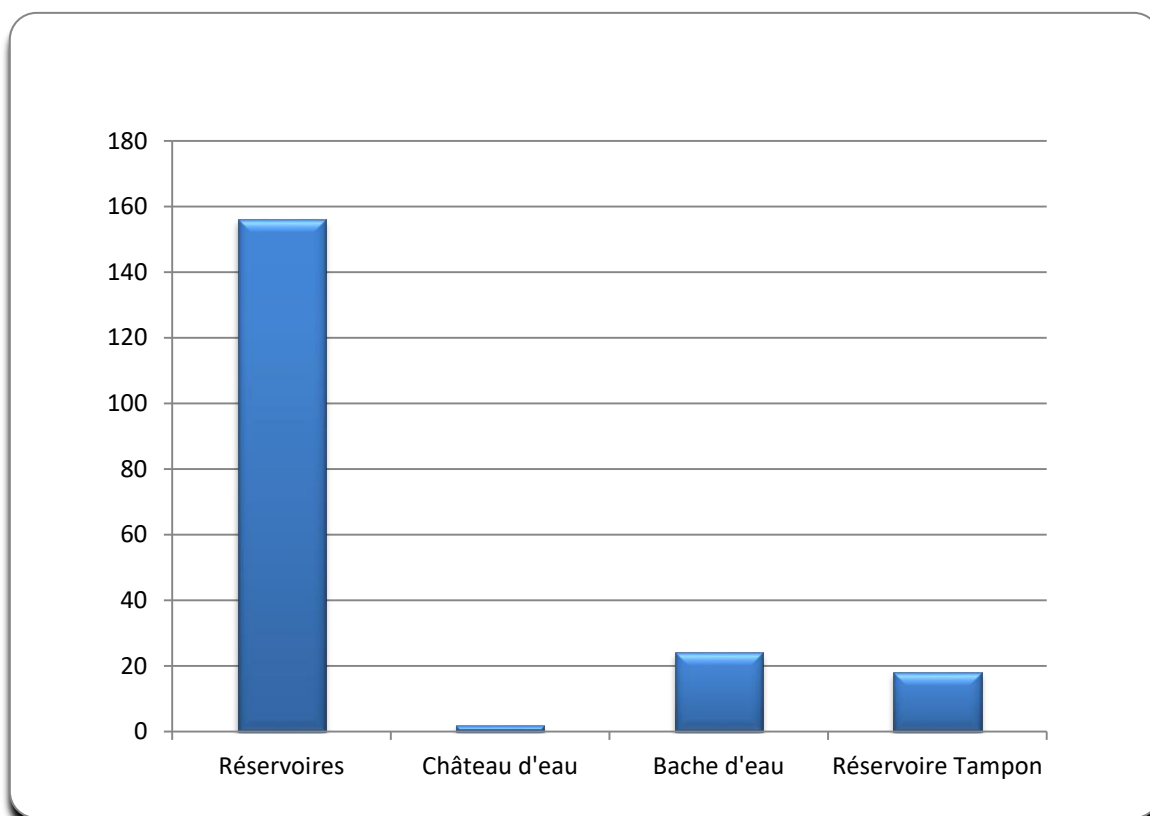


Figure 30: les ouvrages de stockages D'eau de la wilaya de Skikda

6-1- Alimentation en eaux potable (AEP) dans Skikda

La situation d'alimentation en eau potable de la ville, actuellement la ville de Skikda est alimentée juste avec l'eau de dessalement depuis la préparation de SDEM et les autres daïra alimenté coté de dessalement avec les eaux des sources.

Le réseau de distribution d'eau potable du périmètre d'étude sera constitué de canalisations en matière de PEHD.

- La dotation théorique est de 150 l/hab/j (75).

Table 12: programme de distribution du mois de décembre 2022 (global) (71)

N	Communes	Population	Population	Dessalement	Production	Dotation	Dotation
---	----------	------------	------------	-------------	------------	----------	----------

		total (hab)	desservie (hab)	(SDEM) 100000m ³ /j	m ³ /j	Bruts L/hab/j	L/hab/j
1	Skikda	202567	202567	42640	42640	210	191
2	H /Krouma	37637	37637	5852	5852	155	118
3	Filfila	35901	33617	7590	10601	315	249
4	Harrouche	22283	16218	1812	1812	112	102
Total	/	298388	290039	57894	60905	792	660

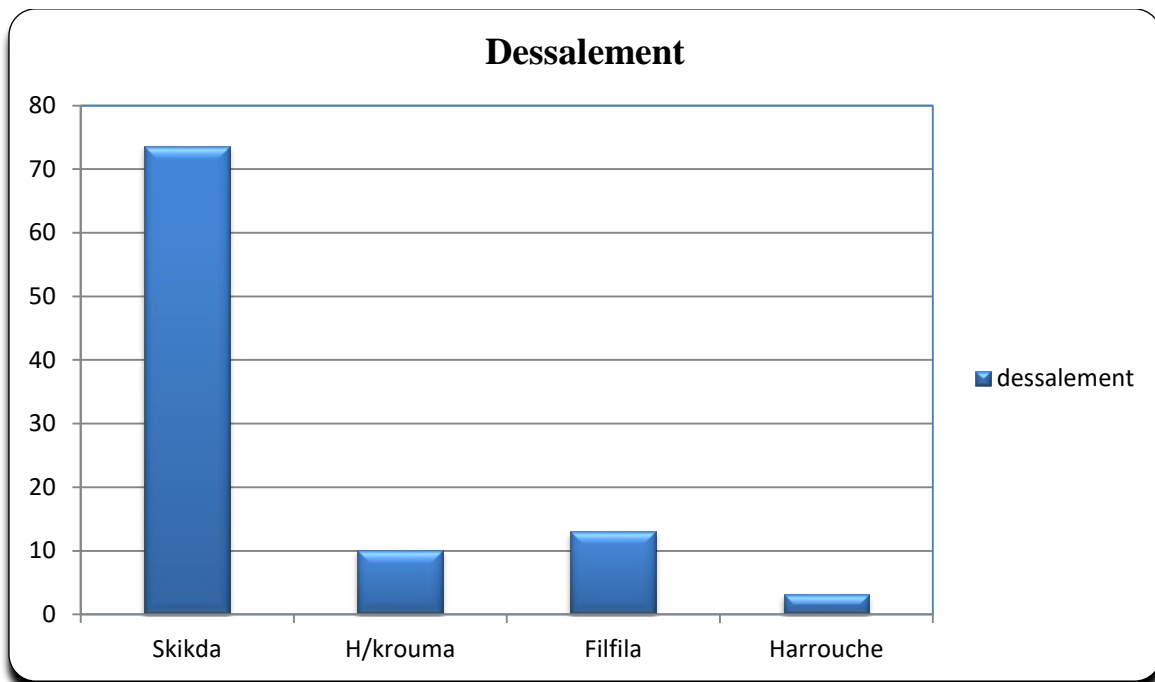


Figure 31: L'état actuel de l'AEP de la ville de Skikda.

6-2-La distribution

L'eau produit par le Dessalement et destiné pour l'alimentation de la ville de Skikda, est stockée d'abord dans un réservoir tampon de 5000 m³ vers un autre plus grand de 40000 m³ acheminée par 747 Km de réseaux de la station (SDEM) jusqu'à les robinets (71)

Avant quelques années la distribution était à l'aide des stations de pompage, mais afin de réduire le cout d'énergie, et obtenir une distribution gravitaire ; ils ont les remplacée par deux réservoirs (2 x 3000 m³) dans le point le plus haut de la ville (CARRIERE ROMAINE) qui partage l'eau à BOUYAALA et BOUABAZE (71)

- **Réservoir BOUYAALA (2 x 2000m³) + un réservoir carré (5000 m³):** qui aliment deux citernes et une station de pompage :

- Les citernes 1 et 2 (7300 m³ et 9200 m³) : ils sont occupées de(LA ZONE HAUT OUEST, FRERES KHALDI ,BOUYAALA, les 4 routes, OUED ELOUAHCHE ,l'espérance,

rénovation à l'aide d'une entreprise française et aussi pour récupérer les cartes d'assainissements endommagées de l'ancienne ville grâce à l'inondation de Skikda en 1984, jusqu'à présent ils ont récupéré 70% des cartes **(10)**.

En réalité, il y a des quartiers dans la ville de Skikda qui souffrent de la pollution causé par l'état catastrophique de l'assainissement (pollution, mauvaise odeur, les insectes ...) **(10)**

Table 13: Assainissement existant arête au 31/12/2022 de Skikda (75).

Commune	Taux de racc	Linéaire du réseau			Volume des eaux usées m ³ /j	Nbr de point de rejet	Lieu de rejet	des collecteurs d'assainissement	Volume d'eaux usées traitée m ³ /j
		Primaire (ml)	Secondaire (ml)	Total					
Skikda	98,50								
Stora	89,00	91387,24	75507,98	166895,22	29763,36		Collecteur		
Ben Mhidi	90,00	1812,00	1405,00	3217,00	449,60		Collecteur	STEP	
Sidi Ahmd	90,00	23155,00	16645,00	39800,00	1600,00		Mer	STEP	
Oued chadi	87,00	1462,00	991,00	2453,00	456,00	1	Collerteur	MER	
Zef Zef 1	95,00	778,00	636,00	1414,00	220,16	1	Chaabet	STEP	
Z. esparce		4055,00	632,00	4687,00	217,60	1	collecteur	MER	
					286,88	1		STEP	
Total Commune	96,00	122649,24	95816,98	218466,22	32993,60	4			8000,00

-La ville de Skikda évacue **32993,60 m³/j** des eaux usées dans 4 points de rejet vers la **STEP et la mer** à travers un système d'assainissement de type unitaire, dont **25.13% des rejets sont récupéré** et susceptible d'être réutilisé en irrigation au plus tard. Sans oublier le taux de raccordement qui atteint le 96%.

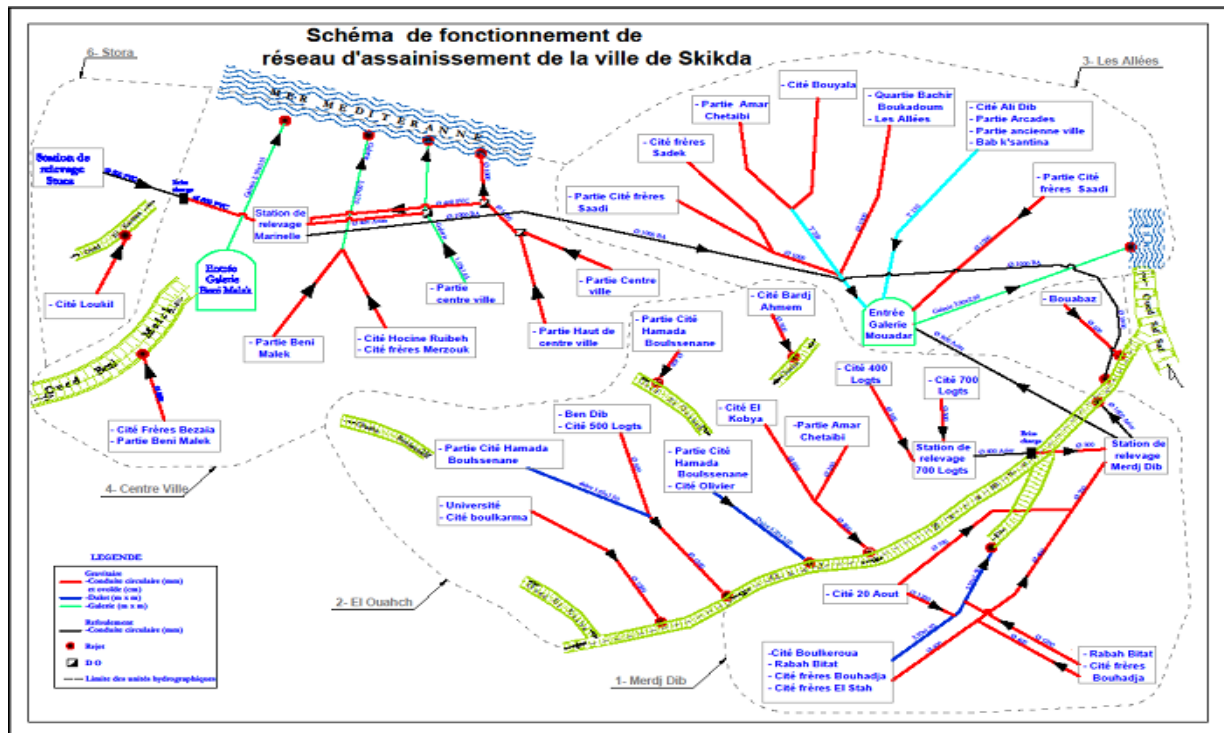


Figure 32: Le plan synoptique du réseau d'assainissement de Skikda (10)

8- Les zones inondables

Le climat de l'état de Skikda est caractérisé par une humidité et des précipitations fréquentes avec une vitesse de 1800mm/an.

Il contient également un réseau hydrographique dense à travers qui provoquent des inondations

- Oued Saf-Saf.
- Oued Kebir.
- Oued Zeramna.
- Oued Fendek.

La wilaya de Skikda contient également des zones inondables permanentes : la zone basse est la plus soumise eau inondation, notamment (cite du 20aout 55, cite Salah boulkroua et les allées du 20aout 55, cite merdjadibe et cite des frères Saker, cite 500 et 700et 490logement et aissa Boukarma cause par le débordement des deux(02) oued Saf-Saf et zeramna) (74).



Figure 33: les zones inondables de la ville de Skikda (2017)

9- Calcule des besoins domestiques et la demande en eau actuels de la ville de Skikda

La demande en eau potable est définie comme étant la somme des volumes d'eau à mobiliser à une agglomération ou un ensemble d'individus pour satisfaire leurs besoins, elle correspond aux volumes d'eau potable à distribuer au robinet pour satisfaire les différents usagers.

- La demande est calculée selon la loi suivante :

$$\text{Demande en eau} = \text{Besoins} + \text{Pertes} \quad (76)$$

- Les besoins domestiques journalières calculent à la loi suivant :

$$Q = \text{dotation} * \text{hab} / 1000 (\text{m}^3/\text{j}) \quad \longrightarrow \quad \text{la dotation théorique } 150 \text{ l/hab/j}$$

- les pertes représenté 10% (0,1) de l'eau mobilisé est calcule par la relation suivant :

$$\text{Pertes} = \text{besoin} * (0,1) \text{ m}^3 / \text{j}$$

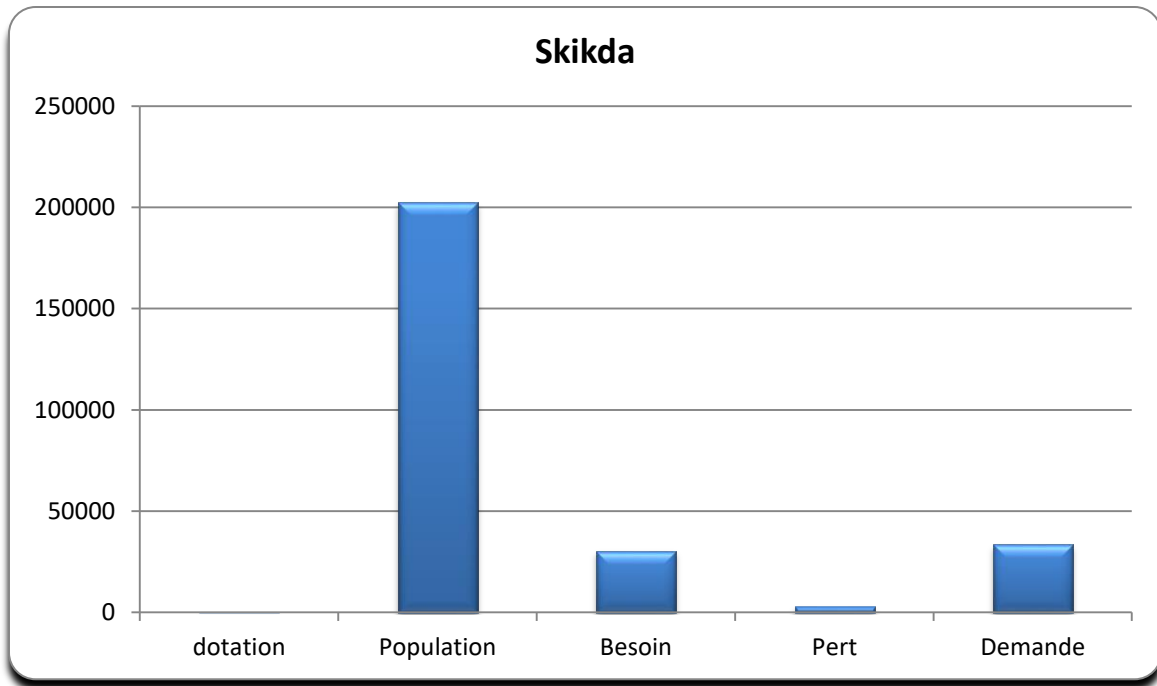


Figure 34: La demande en eau actuelle dans la wilaya de Skikda

9-1-Le bilan d'eau actuel de la ville de Skikda

Le volume mobilisé pour l'alimentation en eau est évalué en 2022 à 30385 m³/j, la demande en eau estimé théoriquement selon les services concernés est de l'ordre de 59671m³/j. Ce taux de satisfaction ne reflète pas la réalité que vive la population, car il y a des perturbations d'alimentation en eau potable ce qui a conduit les habitants à satisfaire leurs besoins par le biais des citernes tractées, des puits individuels et des sources, surtout pendant les périodes sèches comme l'été (7).

Table 14: Bilan d'eau actuelle de ville de Skikda (7).

Commune	Skikda
Besoins m ³ /j	30385
Pertes m ³ /j	3038.5
Demande m ³ /j	33423.5
Bilan	13673.25

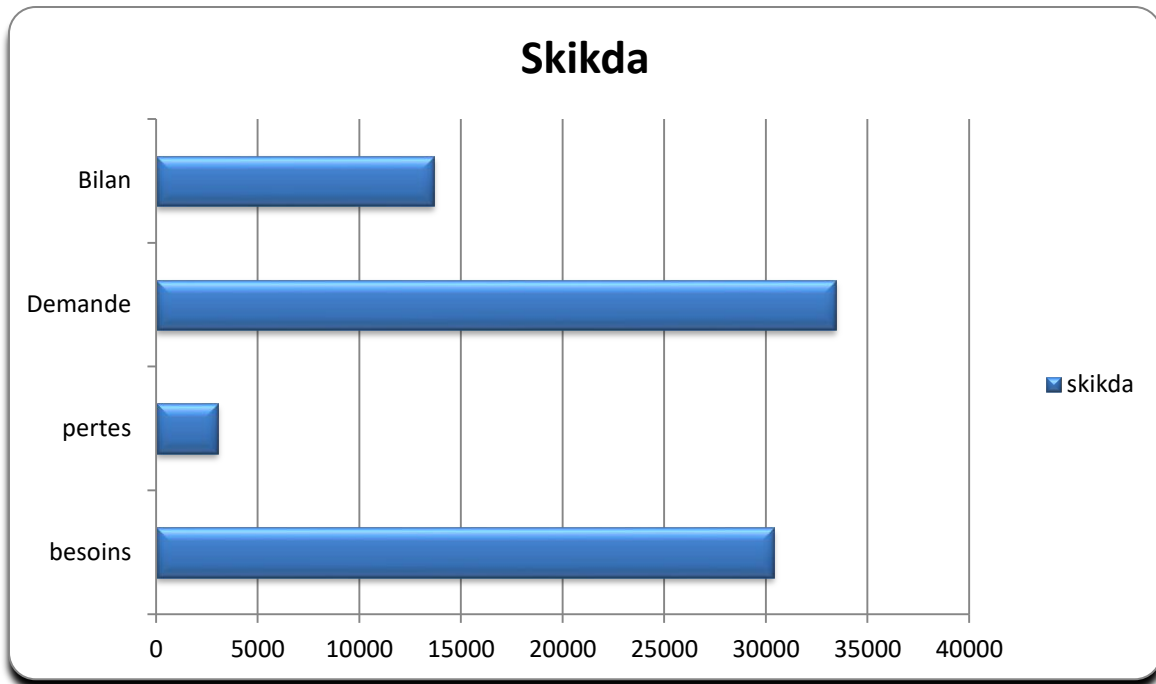


Figure 35: Bilan d'eau actuelle de ville de Skikda

9-2-Le bilan d'eau futur de la ville

9-2-1-Evolution de la population

Les volets démographiques et urbanistiques sont les moteurs principaux pour le calcul de la demande en eau. Cette dernière est calculée en fonction de plusieurs facteurs dont le plus marquant reste bien sûr la croissance démographique.

On perçoit l'étroite corrélation entre démographie et demande domestique, ainsi que le développement de divers secteurs socio-économiques (administration, commerces et services) qui restent dépendants de la croissance de la population. Les besoins d'approvisionnement en eau de ces secteurs dépendent donc essentiellement de la démographie (71).

- La population résidante dans la ville de Skikda était de 202567 habitants au recensement de 2022 (10).
- Le taux d'accroissement de la ville de Skikda pendant les populations futures en à prendre 0.01% (7).
- L'évolution démographique suit la loi des accroissements géométriques qui est donnée par la formule :

$$P_n = P_0 (1 + \tau)^n$$

- P n : nombre d'habitants futurs
- P0 : nombre d'habitants de l'année de référence
- n : nombres d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

- τ : taux d'accroissement annuel de la population

Table 15: Evolution de la population dans la ville de Skikda.

Commune	Population		
	2020	2030	2040
Skikda	202 567	247 572	302 577
H/krouma	37 637	44 480	52 566
Fil Fila	35 901	42 439	50 168
Total	27 6105	334491	405312

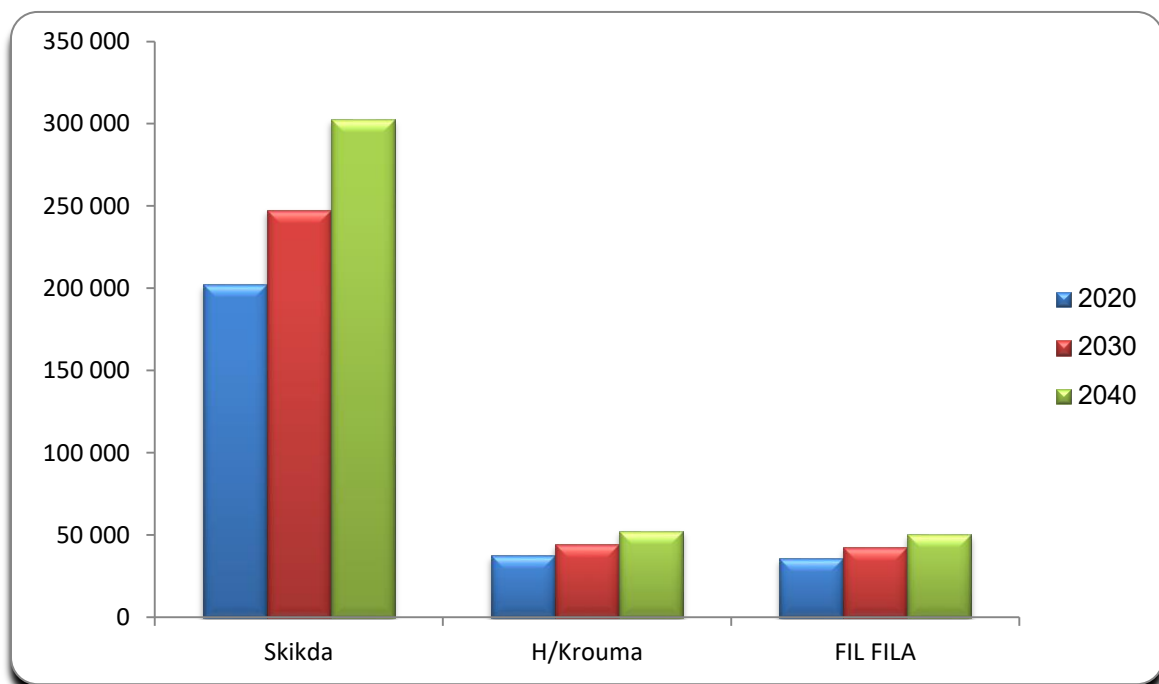


Figure 36: Evolution de la population dans la ville de Skikda

D'après le tableau, Nous avons remarqué qu'il y a une augmentation graduelle de la population, d'ordre d'environ 55000 habitants pour chaque écart de dix ans dans la ville.

9-2-2-Estimation des besoins futurs en eau

Pour l'établissement du bilan besoins ressources, il est impératif de définir la demande brute ou les besoins en eau (y compris les pertes admissibles). Ainsi, nous considérons que d'ici l'horizon 2040, le rendement du réseau serait de 80 %, objectif à atteindre vu avec l'ADE. Par ailleurs, dans un premier temps nous pouvons considérer que suite aux travaux de réhabilitation prévus dans le cadre de la présente étude, l'exploitant pourra aisément atteindre des rendements de 70 % à l'horizon 2020, 75% à l'horizon 2030 et enfin 80 % en 2040 (71).

- Les besoins en eau potable est le plus souvent rapportée au nombre d'habitants de la circonscription considérée. Pour déterminer les besoins futurs à l'échelle de notre région, nous étions amenés à avoir recours à la formule suivante :

$$Q = D * N / 1000$$

- **Q** : besoins domestiques (m³/j).
- **N** : Nombre d'habitants.
- **D** : Dotation journalière (m³/j/hab) (7)

Table 16: l'évaluation de la demande globale (besoin) sur les différents Horizons (71)

Horizon	2020		2030		2040	
	Moyenne m ³ /j	Pointe m ³ /j	Moyenne m ³ /j	Pointe m ³ /j	Moyenne m ³ /j	Pointe m ³ /j
/						
Demande consommation	63 332	71 679	86 148	97 666	108 632	123 446
Pertes admissibles	27 142	27 142	28 716	28 716	27 158	271 58
Rendement	70%	73 %	75%	77%	80%	82%
Demande total (besoin)	90 474	98 821	114 864	126 382	135 790	150 604

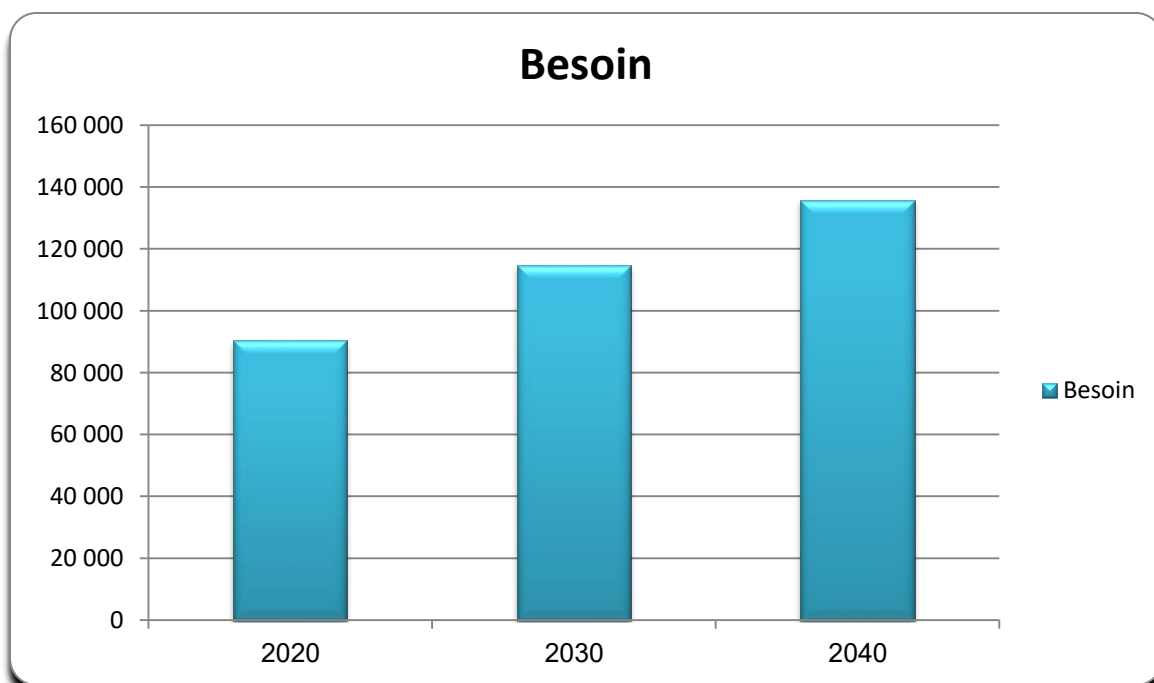


Figure 37: évolution des Besoins en eau de la ville de Skikda.

- D'après le tableau et la figure si dessus la demande en eau de la ville est en augmentation avec une moyenne de 135 790 m³/j durant 40 ans.

9-3-Le bilan d'eau future de la ville en AEP

Selon ces calculs prévisionnels, à l'horizon 2040, la population de la ville atteint le triple de ce qu'elle est actuellement. Cette progression est en similitude avec la demande **(10)**.

• L'alimentation en eau potable dans la ville de Skikda est (1j/2j) est en a calculé le bilan futur de la ville de Skikda par la relation suivant :

$$\text{Bilan futur} = (\text{Besoin} - \text{Pertes}) / 2 \quad (7)$$

- La demande en eau de la ville est en augmentation continue et toujours équilibrée par rapport au volume mobilisée, jusqu'à l'horizon du 2040 avec 69441 m³/j.

Table 17: Bilan futur de la demande en eau.

Horizon	2020	2030	2040
Besoin (m³/j)	30385	37136	45387
Pertes (m³/j)	16104	19682	24055
Demande	46489	56818	69441
V.Mobilisé	101162	101162	101162
Bilan	54673	44344	31721

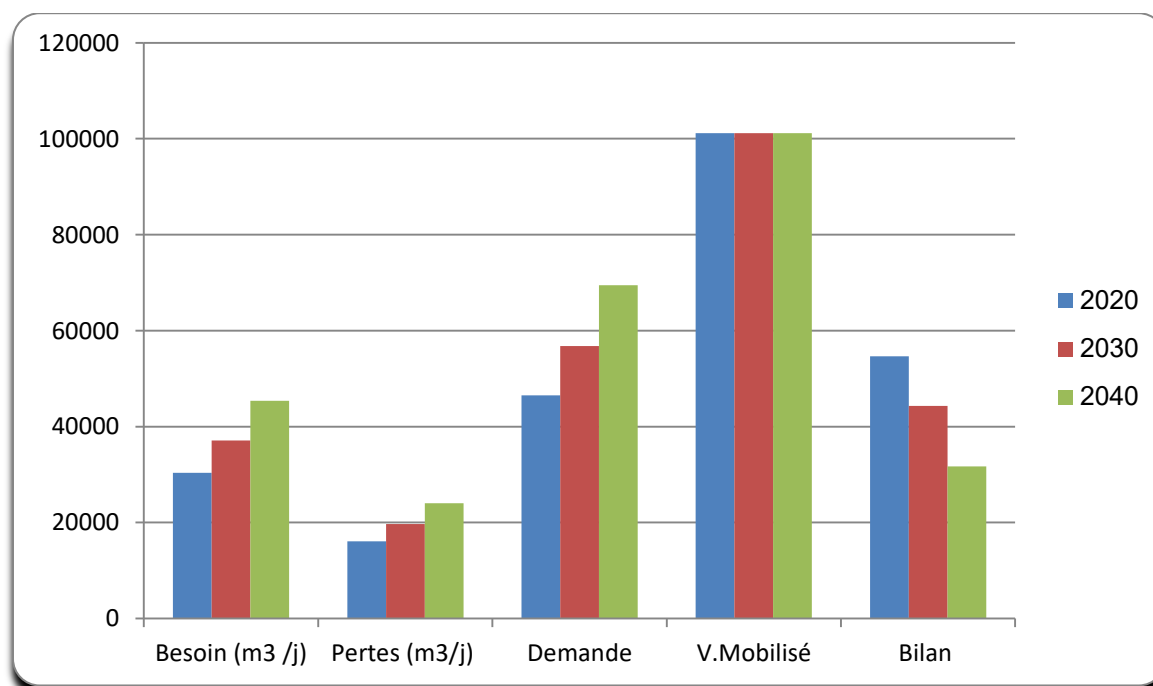


Figure 38: Bilan futur de la demande en eau.

D'après le tableau et la figure on à remarque il ya une augmentation graduelle des populations, besoin, pertes et leur bilan chaque dix ans.

Conclusion

La demande en eau dans la ville de Skikda est en augmentation constante pour l'AEP avec la croissance démographique qui influe directement sur les besoins en eau et la demande.

Les données dont nous disposons montrent que la station de dessalement d'eau de mer couvrir les besoins en eau actuelles de la ville car Skikda centre alimenté juste avec SDEM pour ce moment, mais à partir de l'horizon 2040 marque un déficit qui obligé d'augmenté la production de l'eau pour découvre des autres nouvelles sources d'eau.

Conclusion générale

Conclusion générale

La présente étude intitulée évaluation et essai de gestion des ressources en eau dans la ville de Skikda, vise à réaliser une étude synthétique pour savoir l'utilisation des ressources en eau dans cette région de richesse hydrique et par conséquent de prévoir la demande future en eau.

Avant de mettre en relief le constat obtenu le long de notre étude, nous signalons le contexte générale de la zone d'étude en commençant par :

La région de Skikda constitué à plusieurs caractéristiques géographiques, hydrologiques et géologiques qui donnée leur importance hydrologique de la zone étude (Skikda).

Sur la généralité d'eaux, Nous avons abordé l'étude de l'eau et les différentes propriétés d'eauEtc.

L'étude du chimisme des eaux montre que leur qualité est menacé à cause de la pollution et surtout l'industrielle car l'industrie domine l'aspect socio-économique de la ville

En générale ces eaux destinée à la consommation humain et on à remarque après les résultats d'analyse des eaux superficielles de la zone d'étude malheureusement ces eaux est de mauvaises qualité.

Les besoins et la demande en eau de la ville de Skikda est en augmentation car il ya une augmentation de la croissance démographique. Actuellement le chef lieu (Skikda) alimenté uniquement à partir de la station dessalement d'eau de mer(SDEM) et y compris la consommation industrielle de sonatrach ($24000\text{m}^3 / \text{j}$), après les calcules des bilans future son à remarqué à partir de l'horizon 2040 marque un déficit qui oblige d'implanter des autres nouvelles méthodes d'alimentation en eau potable

Actuellement les ressources en eaux de la ville de Skikda en totalité couvrent les besoins domestique et industriel mais reste des anomalies en matière d'exploitation.

Cette estimation en fait ne reflète pas la réalité, ce qui nous oriente à conclure que le problème existant de la ville est due à la mauvaise gestion.

Par conséquent, nous proposant quelques solutions afin de résoudre le problème susmentionné:

- ✓ Élaborer une stratégie de l'eau favorisant la mobilisation des eaux de surfaces et l'exploitation rationnelle des eaux souterraines.
- ✓ Lutter contre les pertes très élevées par manque d'entretien ordinaire des installations des réseaux.

Bibliographie

Bibliographie

- 1-MAZOULI, et al .2012. Livre gestion des ressources humaine.
- 2-GANA, E. BENHAMMA, C. (2022). (Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau minérale OVITALE). Université A. MIRA - Bejaïa Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Microbiologie .Spécialité : Biotechnologie Microbienne.
- 3- (ADE) Algérienne des eaux Skikda.
- 4- Benamira Fella 2017 (étude diagnostique de l'évaluation de la végétation forestière par télédétection cas de Skikda) Université Constantine.
- 5--mémoire (contribution à l'étude des macros invertébrés d'oued saf saf de la région de Skikda) 2021-2022 université Skikda.
- 6-- Medjani Fethi 2007 (ressources en eau vulnérabilité et développement durable dans la plaine de Skikda) université Annaba.
- 7- GEUTTAR. B -LEKRAICHI. N -NAHAL. A- SAHAB.N (Gestion des Ressources en Eau, bilan et de la demande actuelle et future (cas de la ville de Skikda) 2022 université 20 out Skikda.
- 8- Agence Nationale d'intermédiation et de régulation foncière (monographie de Skikda 2021).
- 9- livre (*Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 42(2) April 1997).
- 10- I. BOUKARMA, H. BELIZIDIA ET A.BEN AYACHE, « Evaluation et Essai de Gestion des Ressources en Eau dans la Ville de Skikda », Mémoire de master, université Skikda 20 Août 1955, 2021.
- 11- Fayçal khelfaoui, Derradji Zouini 2010 (gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du Saf Saf Skikda) université badji mokhtar Annaba.
- 12- A. AMIOUR, « Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie. Exemple de Skikda », Mémoire de master, Université Mentouride Constantine, 2005.
- 13- Carte géologique de l'Algérie : feuille 14 Skikda Philippeville.
- 14- BOEGLIN Jean-claude. Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110.
- 15- ASSOULINE J. et ASSOULINE S., 2007 : Géopolitique de l'eau. Nature et enjeu. Edition Studyrama, 140 p.
- 16- METAHRI S., 2012 : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par les procédés mixtes : cas de la STEP EST de la wilaya de Tizizou,

thèse de doctorat : département d'agronomie. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-ouzou, Algérie, 148 p.

17- SAIDI S., 2014 : (La qualité des eaux du sous bassin versant de l'oued aissi.) Mémoire ingénieure. Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 169 p.

18- <http://www.greenkiss.fr/quel-est-le-role-de-leau-dans-notre-environnement/> Consulter le 27/05/2019.

19- Maïga Fatoumata Sokona, (2002). Manuel de la cour d'hygiène du milieu, **F.M.P.O.S.**

20- <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/lesson/eau-liquide-solidegazeuse>
Consulter le 27/05/2019.

21- http://dardel.info/eau_composition.html. Consulter le 27/05/2019.

22- Cardot Claude. Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris, 1999, P : 9.

23- <https://www.aquaportail.com/definition-4161-eaux-usees.html> consulter le 27/05/2019.

24- <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/lesson/eau-liquide-solidegazeuse> Consulter le 27/05/2019.

25- <https://www.econologie.com/proprietes-eau-physiques-chimiques/>. Consulter le 27/05/2019.

26- <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securiteth5/eau-proprietes-qualite-valeurs-d-usage-42506210/caracteristiques-et-proprietesdes-eaux-w110/proprietes-biologiques-de-l-eau-w110niv10005.html> consulter le 27/05/2019.

27- DAJOZ R. (2000). Précis D'Ecologie: Cours Et Exercices Résolus. 7^{ème} édition. Dunod, Paris. 613p.

28- MOUASSA S. (2006). Impact Du Périmètre D'irrigation Sur La Qualité Des Eaux Souterraines De La Nappe Alluviale De Guelma Et Sur Les Sols. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar. Annaba. 120p.

29- BENSACI T. (2006). Détermination De la Qualité Physico-chimique Et Bactériologiques Des Eaux De Surface: Cas du Barrage Timgad (W. d'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister, Centre Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi. 98 p.

30- SARI H., 2014 : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Harouz. Mémoire de licence, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 82 p.

31-« Molécule d'eau », [en ligne], disponible sur :

: <https://images.app.goo.gl/gZG3SAU1B41Pi6z67> consulté le 20/05/2022.

- 32- BOUCHEMAL, M. HAMMOUDI ,A .(2016).** Analyse de la qualité des eaux de la station de traitement de Hammam Debegh. Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi . Faculté des Sciences et Sciences appliquées. Département d'Hydraulique.
- 33- AOUISSI, L. MERABTI, W. (2019).** Eau: Étude Physico-Chimique et Bactériologique Et Développement d'un Système de Traitement (membrane à Base de Charbon Actif). Université 8 Mai 1945 Guelma .Faculté des Sciences et de la Technologie. Département de Génie des Procédés.
- 34- J.FIGARELLA, G.LEYRAL,** « Analyse des eaux : Aspects réglementaire et techniques », Série : Science et Techniques de L'environnement, France, 2002.
- 35- « Analyse physico-chimique »,** [en ligne], disponible sur :
« https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.htm », consulté Le 02/06/2022.
- 36- M.BOUCHEMAL et C.HAMMOUDI,** « Analyse de la qualité des eaux de la station de Traitement de Hammam Debegh », Mémoire de master, Université Oum El Bouaghi Larbi Ben M'hide 2016.
- 37- BEAUDRY Jean-Paul. (1984).** Traitement des eaux, Ed. Le Griffon d'argile INC, Canada.
- 38-PHILIPPO P, POMMERY J, THOMAS P. (1981).** Evolution d'une eau de surface au cours des traitements de potabilisation ; comportement des espèces métalliques au contact des matières humiques, J.fr.Hydrobiol.
- 39- LOUNNAS, A. (2009).** Université 20 Août 1955 Skikda, Département desSciences Fondamentale, Faculté des Sciences, Option Pollutions Chimiques & Environnement, Spécialité : Chimie, Mémoire en vue de l'obtention Du diplôme de Magister.
- 40-N.MIHOUBI,** « Fonctionnement et gestion hydrogéologique et hydrologique des ressources en eau du bassin de Hammam Grouz », Mémoire de master, Université Mentouri de Constantine.
- 41- KETTAB A. (1992).** Traitement des eaux "les eaux potable", O.P.U, Alger.
- 42- MASSON, J P., (1988).**Suivi de la qualité des eaux superficielles.
- 43- Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", (2005).**
- 44-M, S.M'METAHRI,** « Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la ville de Tizi Ouzo », Thèse de doctorat Université de Tizi Ouzo Mouloud Mammeri, 2012.
- 45- S.PIGENT,** « Optimisation du traitement de l'azote et du phosphore des eaux usées domestiques adapté aux filtres plantés de roseaux », Génie Des Procédés, Thèse de doctorat,

Ecole des Mines de Nantes de Français, 2012.

46-« Analyses physico-chimiques des eaux », [en ligne], disponible sur :<https://lda.lozere.fr>

47-»Certains métaux », [en ligne], disponible sur : <https://www.notre-planete.info>.

48- N.ALOUANE, M.BOUCHIFAT, « Gestion des sous-produits de l'épuration des eaux usées urbaines de la station d'épuration de la ville de Bouira », Mémoire de master, Université de Bouira AKLIMOHAND OULHADJ, 2017.

49- LADJEL, F ;(2006).Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02 Centre de formation au métier de l'assainissement.

50- UNICEF ;(1999). Manuel sur l'eau.

51- Fiambsch H.B., (1998). Chang from chlorine résiduel distribution to nochlorine residual distribution in ground water system, Water supply.

52-Collin J.J., (2004). Les eaux souterraines : Connaissance et gestion, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts, paris.

53-Faurie.C, Medori.P, Ferra.C., (2003). Ecologie : Approche scientifique et pratique, 5èmeEdition, Lavoisier doc et tec, Paris.

54- Benmaïd.A., (2013). La sécurité liée à l'eau : gestion des risques et arbitrages, Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, études & documents.

55-Djabri L., (1996). Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines, Thèse de doctorat d'état, Université d'Annaba, Algérie.

56- Bouziani M., (2000). L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun.

57- BOUDEAL., DJOUID.H ;(2003).Pollution de l'Oued Boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ING, des écosystèmes universitaires.

58- AROUA, A ;(1994). L'homme et son milieu. Edition société national. Alger.

59- Thomas, O ; Mazas, N ;(1986). La demande de la demande chimique en oxygène dans les milieux faiblement pollués.

60-LAIFAOUI .I BENDJAMA .A BENRAZAK.A 2021 (Evaluation et suivi de la qualité physicochimique des eaux de l'oued guebli Trançon Tamalous).

61- Observation National De L'environnement et du Développement Durable (ONEDD)
04/02/2023.

62- LAROUSSE Consulté Le 06/2021.

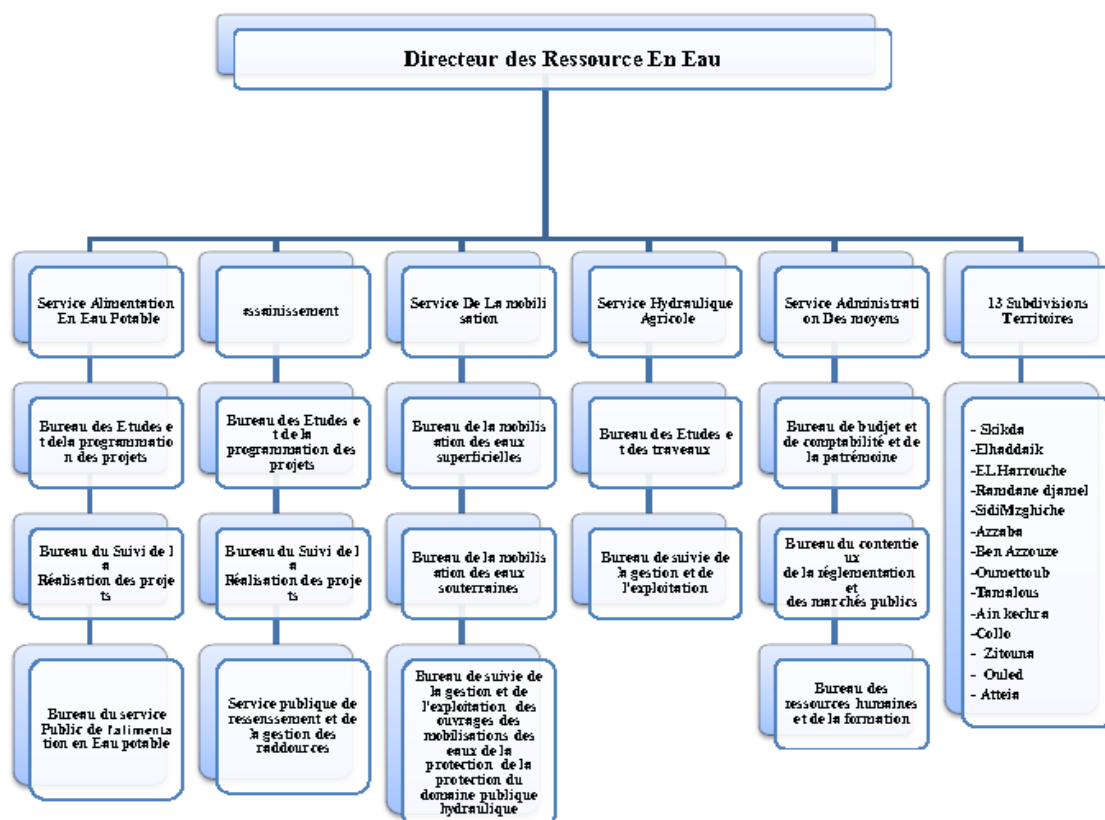
63_Régis B Béchir S 2011 Technique de la gestion et la distribution de l'eau le Moniteur.

- 64- SAAD-ALLAH, Y. (2018).** Etude de la station de dessalement du complexe GL1K par procédé analytique de l'eau de dessalement. Université 20 Août 1955 –Skikda, Faculté de technologie, Département de pétrochimie et de génie de procédés, Option Ingénieur et gestion de l'eau, Mémoire en vue de l'obtention Du diplôme de Master.
- 65- Renaudin, V. (2003, 11 18).** Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. Consulté le 05 2021, sur <http://culturesciences.chimie.ens.fr>.
- 66- A.MECHENGUEL et H.MEHIDI,** « comparaison des paramètres des châssis D'osmose inverse avant et après lavage chimique », Mémoire de master, Université Mostaganem Abdelhamid Ibn Badis, 2019.
- 67- (ANPT)** Agence Nationale des barrages et transferts.
- 68-- LEMZADMI Chemseddine et SAIDI Hamza** (Perte de capacité de stockage en eau dans quelques barrages de l'est Algérien).
- 69-- BOULGHOBRA Nouar** (protection de la ville de Skikda contre l'inondation Essai de PPRI) université de Batna 2006.
- 70- DAD, S. (2013).**(LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU CAS DE LA REGION DE SKIKDA), Université Larbi Ben M'hidi oum el bouaghi, Département de génie civile et hydraulique, Faculté des Sciences et de technologie, Option aménagement hydraulique et Environnement, Mémoire en vue de l'obtention Du diplôme de Magister en hydraulique.
- 71- BOUALALEM. S** (Université Abou BekrBelkaid-Tlemcen).
- 72- Ben Debka Afrah 27 septembre 2020** (gestion de l'eau potable cas des communes Tolga, bouchagroune, B.B Azzouz, Lichana wilaya de Biskra).
- 73-- L.TANDJIR,** « LE RENFORCEMENT DES CAPACITES DE STOCKAGE : UNE GESTION A LA CRISE D'EAU A SKIKDA (EST ALGERIEN) », Article, Université du 20 Août 1955.
- 74-(DRE)** direction des ressources en eau de la wilaya de Skikda.
- 75- Direction des ressources en eau.** (2020, 07 13). *Service public de l'eau Skikda.*
- 76- AMMAR YUCEF, A. (2014),** gestion des ressources en eau dans la commune de ghazaouat Bilan et perspective, université Abou bekr belkaid-tlemcen, faculte des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, departement des sciences de la terre et de l'univers, memoire de fin d'etudes pour l'obtention du Diplôme de Master II en Sciences de la Terre et de l'Univers.

Annexes

Annexes

ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU



Résumé

Ce travail s'articule autour de l'étude des caractéristiques de la ville de Skikda pour déterminer tous les éléments environnementaux sur l'approvisionnement en eau souterraine et de surface, en particulier l'eau de mer dessalée.

La ville de Skikda est située au nord-est de l'Algérie, et avec son emplacement stratégique important, nous avons pu répondre aux questions que nous avons abordées dans cette étude concernant l'analyse des composantes du système hydraulique de l'Etat et l'influence de facteurs géographiques, climatiques et hydrologiques.

Nous avons conclu que le système hydraulique de l'état de Skikda est le système de dessalement de l'eau de mer le plus utilisé, mais nous devons reconsidérer la bonne gestion rationnelle et estimer les capacités pour lui permettre de répondre aux besoins en eau de l'état de Skikda.

Mots clés : Ressources en eaux, dessalement, besoins et demande, évaluation, gestion, Alimentation en eau potable

ملخص

يدور هذا العمل حول دراسة خصائص مدينة سكيكدة لتحديد كل العناصر البيئية على توفير المياه الجوفية والسطحية خصوصا مياه البحر المحلاة .

تقع مدينة سكيكدة في شمال الشرق الجزائري و بموقعها الاستراتيجي المهم تمكنا من الإجابة على الأسئلة التي تطرقنا لها في هذه الدراسة عن تحليل مكونات النظام المائي للولاية و تأثير العوامل الجغرافية والمناخية والهيدرولوجية. توصلنا إلى أن النظام الهيدروليكي لولاية سكيكدة الأكثر استعمالا هو تحلية مياه البحر لكن يجب إعادة النظر إلى حسن التسيير العقلاني و تقدير الإمكانيات لتمكين من تلبية حاجيات ولاية سكيكدة المائية.

الكلمات المفتاحية: مصادر المياه , تحلية مياه البحر , الاحتياجات والطلب , تقييم , الإدارة , امدادات مياه الشرب

Abstract:

This work revolves around studying the characteristics of the city of Skikda to determine all the environmental elements on the provision of ground and surface water, especially desalinated sea water.

The city of Skikda is located in the north-east of Algeria, and with its important strategic location, we were able to answer the questions that we addressed in this study about the analysis of the components of the water system of the state and the influence of geographical, climatic and hydrological factors.

We concluded that the hydraulic system of the state of Skikda is the most widely used desalination of sea water, but we must reconsider the good rational management and estimate the capabilities to enable it to meet the water needs of the state of Skikda.

Key words: water resources, desalination, needs and demand, assesment, management,drinking water supply .