

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



MEMOIRE DE MASTER

Filière: **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème:

**Suivi de la piézométrie et de la qualité de l'eau de la nappe de oued
Damous dans la wilaya de Tipaza.**

Présenté par

BOUKLACHI Mohamed

Devant le jury composé de :

M. R. KHOULI

Président

M. D. BENSAFIA

Examineur

M. O. HALLOUCHE

Promotrice

Promotion 2021/2022

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions Le Dieu Le Tout Puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce modeste travail.

Sans oublier de remercier nos chers parents, qui ont toujours prié pour nous, qui n'ont pas cessé de nous encourager, de nous soutenir et qui ont fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui

*Nous remercions notre encadreur, madame **O. HALLOUCHE** pour le soutien tout au long de la préparation de notre projet de fin d'étude.*

Nous remercions également :

Les membres du jury pour l'effort qu'ils feront dans le but d'examiner ce modeste travail.

Ainsi que tout l'ensemble des enseignants et des responsables du département des sciences de l'eau et environnement qui ont contribué à notre formation.

Sans oublier tous mes amis (es)

BOUKLACHIM

Dédicaces

Pour commencer je prends le temps de remercier Le Bon DIEU de m'avoir donné la force et le courage pour terminer mes études.

Mes très chers parents à qui je dois beaucoup pour leurs sacrifices, Leurs amours et leurs aides, sans eux je ne serais pas arrivé à ce stade.

A tous mes amis de la faculté plus particulièrement.

Je remercie mon ami intime et préférée : MUSTAPHA.

En un mot, à toute ma famille, mes amis sans exception et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

BOUKLACHI.M

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : surexploitation des nappes souterraines	
Introduction.....	2
I.1.Quelque définitions sur le milieu souterrain	2
I.1.1.L'Aquifère.....	2
I.1.2.Nappe d'eau souterraine.....	2
I.2. Classification des nappes.....	2
a)-Les nappes libres.....	2
b)-Les nappes captives.....	3
c)-Les nappes semi-captives.....	4
I.3. La surexploitation des aquifères.....	4
I.4.Impacts de la surexploitation des eaux souterraines.....	5
I.4.1.Abaissement des niveaux / pressions de l'eau souterraine.....	6
I.4.2.Réduction de la décharge de la nappe vers les sources, le débit de base des cours d'eau et des écosystèmes aquatiques.....	6
I.4.3.L'affaissement du sol.....	6
I.4.4.La salinisation.....	6
I.5.solution pour résoudre le problème de surexploitation des nappes.....	7
I.5.1.Surveiller l'utilisation des eaux souterraines.....	7
I.5.2.Processus de réglementation des eaux souterraines.....	7
I.5.3.Cadre institutionnel pour la gestion des eaux souterraines.....	8
I.5.4.Recharges artificielles des nappes.....	8
a)Recharge directe depuis la surface.....	8
b) Recharge directe du subsurface.....	8
c) Combinaison des méthodes de surfaces et du subsurface.....	8

I.6.La surexploitation des aquifères du Roussillon en France.....	9
I.7.Le problème de surexploitation de la nappe de Mitidja.....	10
I.8.Surexploitation des ressources en eau de l'aquifère du plateau de Mostaganem..	10
Conclusion.....	11

Chapitre II : intrusion marine

Introduction.....	12
II.1.Définition du phénomène.....	12
II.2.Critères de reconnaissance de l'invasion marine.....	13
II.2.1.Critères géologique.....	13
II.2.2.Critères hydrodynamiques.....	13
II.2.3.Critères géophysique.....	13
II.2.4.Critères hydrochimiques.....	14
II.3.Critères de distinction des intrusions de l'eau de mer.....	14
II.4.Méthodes d'étude de l'intrusion marine.....	14
II.4.1.Étude géophysique.....	14
II.4.2.Étude de la piézométrie.....	14
II.4.3.Étude hydro chimique.....	15
II.4.4.conductivité.....	15
II.5.Impact de l'intrusion marine.....	15
II.5.1.Effet sur sols.....	15
II.5.2.Effet sur l'économie.....	15
II.5.3.Effet sur la santé des consommateurs.....	16
II.6.les nappes polluées par l'eau marine.....	16
II.7.Les solutions proposées contre l'intrusion marine.....	17
Conclusion.....	18

Chapitre III : piézométrie et qualité de l'eau de la nappe de l'oued damous

Introduction.....	19
III.1. Région d'étude et méthodologie de travail.....	19
III.1.1.présentation de la zone d'étude.....	19
III.1.2.Situation géographique du secteur d'étude.....	20
III.1.3.Géologie de nappe de l'Oued Damous.....	21
III.1.4.Pluviométrie.....	22
III.1.5.Méthodologie de travail.....	23
III.2.Résultat et discussion.....	25
III.2.1.Niveau piézométrique des sorties 1 et 2.....	25
III.2.2.conductivité.....	26
a) Conductivité de barrage.....	26
b) Conductivité dans les puits.....	27
Conclusion.....	28
Conclusion générale.....	29
Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau III.1: Répartition mensuelle moyenne interannuelle des précipitations.....	22
---	-----------

Liste des figures

Figure I. 1: Schéma de l'aquifère a nappe libre.....	3
Figure.I.2 : Schéma de l'aquifère a nappe captive.....	3
Figure.I.3: Conséquences de prélèvements excessifs des eaux souterraines.....	5
Figure I.4 : baisse du niveau de la nappe pliocène.....	9
Figure I.5 : évolution des niveaux piézométriques.....	9
Figure II.1 : Phénomène d'intrusion marine.....	12
Figure III.1 : carte de localisations de la zone d'étude.....	19
Figure III.2: carte localisation commune de Damous.....	20
Figure III.3 : Carte géographique de l'oued Damous.....	21
Figure III.4: Coupes géophysiques (9) dans la vallée de l'oued Damous.....	21
Figure III.5: Carte géologique d'oued Damous.....	22
Figure III.6 : vue aérienne sur oued Damous.....	23
Figure III.7: diagramme des niveaux piézométriques (sortie 1 et 2).....	26
Figure III.8: Conductivité du barrage KEF EDDIR.....	26
Figure III.9: Conductivité de tous les puits (de p1 a p6).....	27

Liste des photos

Photo 1 : Puits 1.....	23
Photo 2 : Puits 4.....	23
Photo 3 : Compteur de mesure.....	23
Photo 4 : bouteilles d'échantillons.....	23
Photo 5 : mesuré de conductivité.....	24
Photo 6 : Conductimètre.....	24

ملخص

إن الإفراط في استغلال المياه الجوفية تعد من أكبر المشاكل التي تؤثر على نوعية المياه الجوفية من خلال دراستنا قمنا بالتعريف لهذه الظاهرة و ذكر أسبابها و الحلول المقترحة للحد منها.

تتركز دراستنا على وادي الداموس بالقرب من سد كف الدير. تعطينا مراقبة تطور المستوى البيزو ميتري للآبار الموجودة في هذه المنطقة فكرة عن حالة الخزان الجوفي الحالي.

كما تطرقنا أيضا الى التسلل البحري. بحيث قمنا بشرح هذه الظاهرة بشكل مفصل. و مع النتائج المتحصل عليها من خلال قياس الناقلية مثلا (البئر 1=2422,2570) تأكدنا بان هذا التسلل البحري منتشر في منطقة دراستنا. و اقترحنا حلول منها التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية.

الكلمات المفتاحية: الناقلية - الخزان الجوفي- التسلل البحري- تغذية اصطناعية.

Résumé

La surexploitation des eaux souterraines est l'un des plus gros problèmes qui affectent la qualité des eaux souterraines, et à travers notre étude, nous avons défini ce phénomène et évoqué ses causes et proposé solutions pour le réduire.

Notre étude s'intéresse à l'oued damous à proximité du barrage KEF EDDIR. Le suivi de l'évolution de la piézométrie des puits existants au niveau de cette zone nous donne une idée sur la situation de la nappe existant.

On a aussi parlé d'intrusion maritime. Nous avons donc expliqué ce phénomène en détail. Et avec les résultats obtenus en mesurant la conductivité par exemple (le puits 1=2422,2570), nous nous sommes assuré que cette intrusion marine est généralisée dans la zone de notre étude. Et nous avons proposé des solutions, notamment la recharge artificielle des nappes.

Mots clés : Conductivité- Nappe souterraine- Intrusion marine- Recharge artificielle.

Abstract

Over exploitation of groundwater is one of the biggest problems affecting groundwater quality, and through our study, we have defined this phenomenon and discussed its causes and proposed solutions to reduce it.

Our study focuses on the Damous wadi near the KEF EDDIR dam. Monitoring the evolution of the piezometry of existing wells in this area gives us an idea of the situation of the existing aquifer.

We also talked about maritime intrusion. So we have explained this phenomenon in detail. And with the results obtained by measuring the conductivity for example (the well 1=2422, 2570) we have ensured that this marine intrusion is widespread in the area of our study. And we have proposed solutions, in particular artificial groundwater recharge.

Keywords: conductivity - underground aquifer-Marine intrusion-Artificial recharge.



Introduction générale

Introduction générale

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles.

L'Algérie est considérée comme l'un des pays arides ou semi-arides en raison du manque des précipitations, ce qui entraîne l'exploitation des eaux souterraines dans une large mesure, en particulier dans les zones agricoles.

De plus, la surexploitation des eaux souterraines affecte le niveau piézométrique, ce qui favorise l'écoulement de l'eau de mer vers les nappes souterraines, la rendant salée et impropre à la consommation

Dans ce contexte nous élaborons ce mémoire dans le thème: Suivi de la piézométrie et de la qualité de l'eau de la nappe de oued Damous dans la wilaya de Tipaza. La région d'étude est située sur tronçon de l'Oued Damous à environ 15 Kilomètres au sud ouest du village de Damous à l'ouest de la wilaya de Tipaza.

Dans le premier chapitre nous avons parlé sur la surexploitation des nappes de manière générale et nous avons exposons des exemples.

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons le phénomène de l'intrusion marine et son impact, en plus nous avons donné des exemples et citez quelque solutions.

Dans le troisième chapitre nous avons présenté la zone d'étude, la géologie de la nappe de oued Damous, et on a citez la méthodologie de travail qui consiste a prendre des prélèvements dans 6 puits situé au niveau de oued Damous, en utilisant du matériel (compteur de mesure, les bouteilles d'échantillons, Conductivimètre) pour mesuré le niveau piézométrique et la conductivité.



Chapitre I
Surexploitation des
nappes Souterrains

Introduction :

Les eaux souterraines font partie d'une catégorie de ressources difficiles à appréhender. Elles relèvent typiquement des biens d'environnement et semblent appartenir à tout le monde, en même temps qu'elles n'appartiennent à personne.

Pendant longtemps contenté de cette ambiguïté juridique, en laissant les usagers s'approprier cette ressource et l'exploiter au gré de leurs besoins. Mais, depuis la seconde moitié du XXe siècle, la pression démographique, le développement de l'irrigation et de l'agriculture intensive ont mis cette ressource en danger. [1]

I.1. Quelques définitions sur le milieu souterrain :**I.1.1. L'Aquifère:**

L'eau souterraine exploitée par les hydrogéologues est contenue et se déplace selon les gradients d'élévation et de pression dans les formations géologiques poreuses et perméables (à des degrés divers). L'ensemble formation-eau souterraine est appelé aquifère. D'après le dictionnaire de Castany-Margat, on appelle aquifère un corps de roche perméable comportant une zone saturée - ensemble du milieu solide et de l'eau contenue - suffisamment conductrice d'eau souterraine pour permettre d'eau appréciables. L'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités. [2]

I.1.2. Nappe d'eau souterraine:

La nappe d'eau souterraine est constituée par l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère dont toutes les parties sont en continuité hydraulique. Le mouvement de l'eau est fonction des gradients d'élévation et de pression. [2]

I.2. Classification des nappes:

On peut classer les nappes selon critères piézométriques comme suit:

- a) Les nappes libres;
- b) Les nappes captives;
- c) Les nappes semi-captives. [2]

a)-Les nappes libres:

Dans une nappe libre, la surface piézométrique peut, en fonction des conditions climatiques et de la recharge de la nappe par les précipitations, fluctuer " librement " dans la formation aquifère considérée car celle-ci s'étend au-dessus de la surface piézométrique (voir figure I.1). [2]

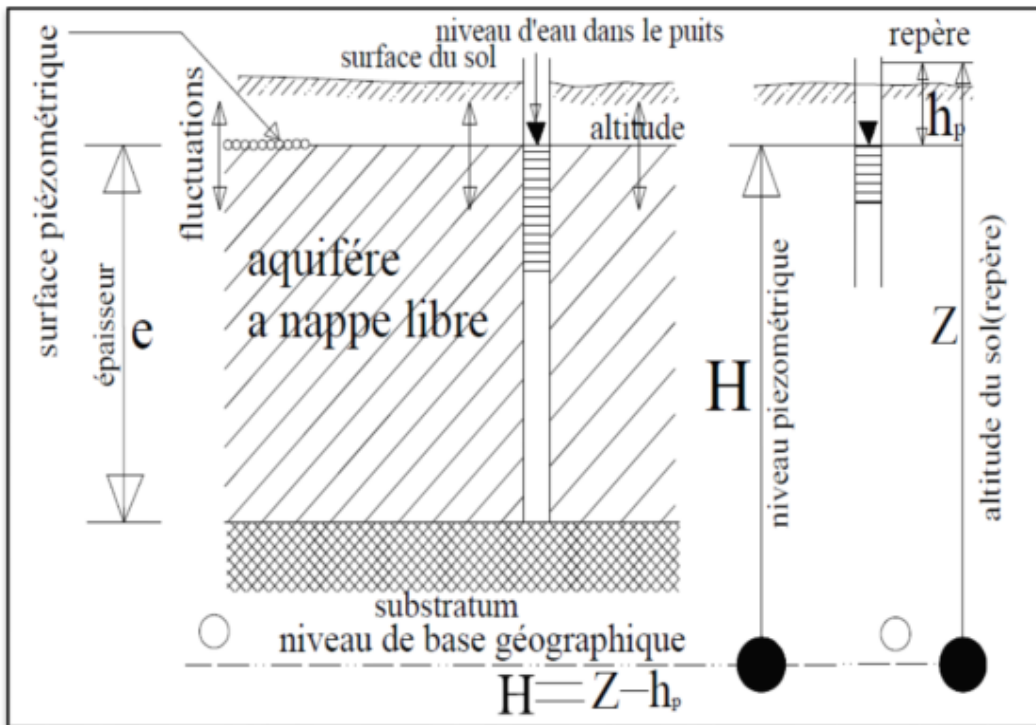


Figure I. 1: Schéma de l'aquifère a nappe libre. [2]

b)-Les nappes captives:

Dans une nappe captive, la formation aquifère est surmontée d'une couche imperméable. Son niveau piézométrique s'équilibre systématiquement au-dessus du toit de la formation aquifère. Parfois, le niveau piézométrique est supérieur à la cote altimétrique du sol créant, si une connexion est établie (notamment par forage), un phénomène d'artésianisme. (Figure.I.2) [2]

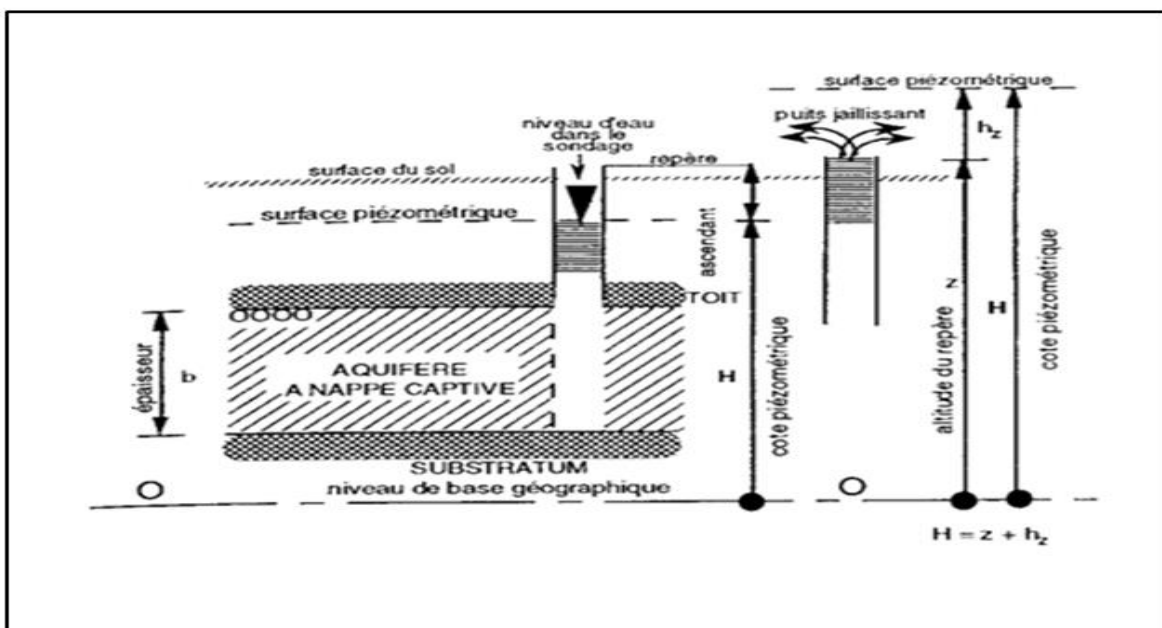


Figure.I.2 : Schéma de l'aquifère a nappe captive. [2]

c)-Les nappes semi-captives:

Le terme de nappe semi-captive est utilisé lorsque l'aquifère est surmonté d'une couche de plus faible perméabilité ou semi-perméable. [2]

I.3. La surexploitation des aquifères :

La notion de surexploitation des aquifères est au centre d'un débat scientifique qui a connu un essor dans le courant des années 1970. Cette notion est appliquée essentiellement dans des situations climatiques arides et semi-arides ; et plus particulièrement dans les régions où l'irrigation à grande échelle des cultures s'est développée. Suivant le point de vue adopté et la hiérarchisation des priorités affichées, la notion de surexploitation ne renverra pas aux mêmes définitions.

La définition formulée par l'Association internationale des hydrogéologues (IAH) qui estime qu'un ensemble de critères concourent à une gestion durable des eaux souterraines.

- la gestion durable des eaux souterraines sur le plan quantitatif : à long terme une nappe ne devrait pas être exploitée au-delà des limites posées par son renouvellement. Des surexploitations de court terme pour les ressources renouvelables peuvent être une méthode économique et acceptable pour l'usage de l'eau dans certains cas spécifiques. L'environnement doit être reconnu comme une demande légitime pour les ressources en eaux souterraines : le maintien des écosystèmes est une nouvelle contrainte de gestion ;
- la gestion durable des eaux souterraines sur le plan qualitatif. Les seules vraies méthodes durables de gestion de la qualité des eaux souterraines sont celles qui sont basées sur le concept de prévention ;
- la gestion doit être intégrée en termes de quantité et de qualité, et prendre en compte le principe d'unicité de la ressource ;
- les usagers de la nappe doivent être informés et éduqués sur l'utilisation de l'eau souterraine. [1]

L'équilibre d'une nappe exploitée est exprimé classiquement par l'équation du bilan d'eau :

$$Q_a = Q_d + Q_p$$

Avec Q_a alimentation (moyenne) : débit moyen global naturel de la nappe.

Q_d débit sortant par les exutoires naturels.

Q_p débit prélevé total.

Rappelons que cet équilibre a un caractère global, car il est rapporté à l'ensemble du système aquifère pris comme cadre spatial d'un bilan significatif.

Le déséquilibre associé à l'idée de "surexploitation" n'a donc qu'un sens global (à l'échelle de l'aquifère) et à long terme (pour que les effets des variations naturelles - saisonnières, interannuelles - des apports et des débits sortant soient négligeables).

Une exploitation en régime de déséquilibre à long terme, se traduirait par une décroissance persistante de la réserve, donc par une chute continue des niveaux.

En fait on a tort d'associer les notions d'excès d'exploitation et de déséquilibre du bilan sans distinguer les types de nappes exploitées :

Une nappe libre, alimentée par toute sa surface et à réserve variable, peut et généralement doit être exploitée en se souciant de ne pas rompre son équilibre à long terme.

Dans le cas d'une nappe captive, à faible alimentation et réserve fixe, le maintien d'un équilibre n'a pas de sens : prévenir la "surexploitation" est un faux problème. [2]

I.4.Impacts de la surexploitation des eaux souterraines

Il est également important de souligner que certains de ces effets négatifs peuvent survenir bien avant que le taux de prélèvement des eaux souterraines ne dépasse la recharge moyenne à long terme. Par conséquent, la façon dont la surexploitation est interprétée varie avec le type de système aquifère concerné, les questions essentielles étant le volume de stockage exploitable et la sensibilité des aquifères aux effets secondaires irréversibles lors d'exploitation intensive à court terme. [4]

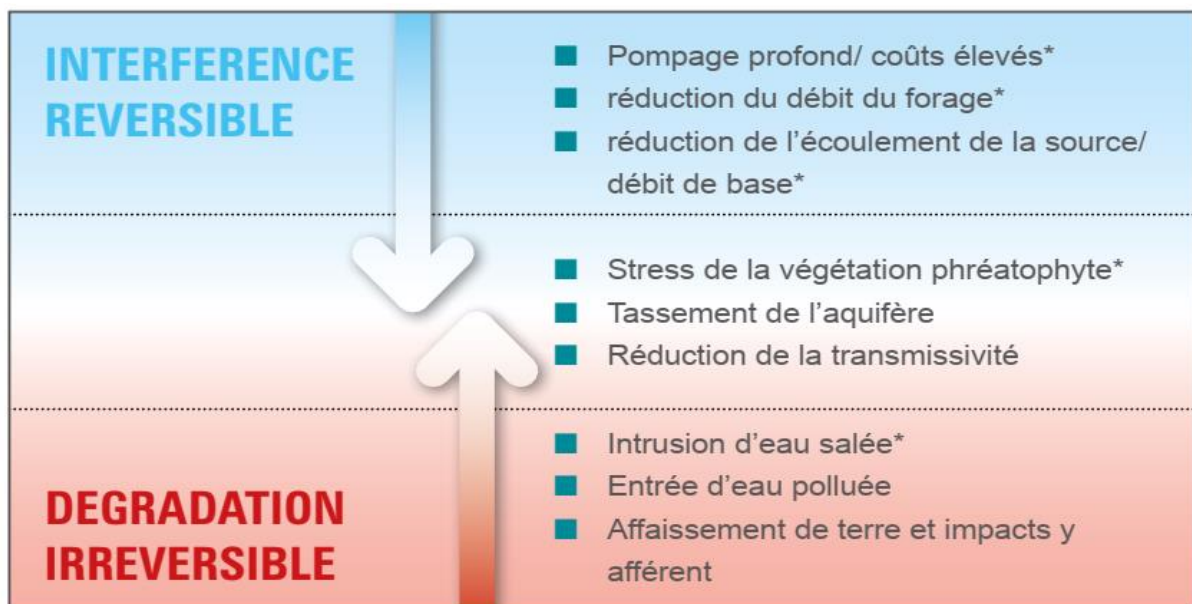


Figure.I.3: Conséquences de prélèvements excessifs des eaux souterraines. [4]

I.4.1. Abaissement des niveaux / pressions de l'eau souterraine

L'abaissement de la nappe d'eau est un processus relativement lent. Contrairement à l'eau de surface, la nappe d'eau souterraine ne s'abaisse pas simultanément dans l'ensemble de l'aquifère, mais dans les environs immédiats du forage. Le temps d'écoulement de l'eau souterraine est beaucoup plus faible que celui de l'eau de surface, en raison de son mouvement à travers les pores et les fissures.

Lorsque les forages pompent l'eau de ces aquifères, le niveau de la nappe près des forages/puits baisse sous la forme d'un cône de dépression. Dans ce cône de dépression, l'eau souterraine s'écoule vers le forage. Si deux cônes de dépression se chevauchent, il y a interférence entre les forages, et le volume d'eau disponible pour chaque forage se réduit. L'interférence des forages peut être un problème quand de nombreux forages sont en concurrence pour l'eau de la même nappe, en particulier à la même profondeur. [4]

I.4.2. Réduction de la décharge de la nappe vers les sources, le débit de base des cours d'eau et des écosystèmes aquatiques

Les systèmes d'eau de surface et souterraine interagissent souvent étroitement. Les eaux souterraines fournissent le débit de base de la rivière, même dans les périodes de sécheresse et fournit aux écosystèmes l'eau douce. Lorsque l'eau souterraine est pompée de façon excessive, les décharges de surface comme les sources, les débits de base et les émergences ont tendance à tarir, parfois de façon permanente, dégradant les écosystèmes tributaires des eaux souterraines et réduisant ainsi l'eau souterraine pour les communautés d'utilisateurs. [2]

I.4.3. L'affaissement du sol

La subsidence est encore un autre effet particulièrement répandu du pompage excessif, avec quelques exemples notables dans un certain nombre de grandes villes en Chine, au Japon, au Mexique et aux États-Unis. L'affaissement de la sole produit lorsque des quantités excessives d'eau souterraine ont été retirées d'un aquifère poreux. En conséquence, les matériaux aquifères poreux se compactent et s'affaissent, ce qui entraîne un abaissement de la surface du sol dans la zone.

L'affaissement du sol peut entraîner de nombreux problèmes tels que : les changements de l'élévation de la surface du sol ; des dommages à des structures telles que les canalisations d'eau pluviale et d'eau usées, routes, chemins de fer, canaux, digues et ponts; des dommages structurels aux bâtiments publics et privés; et des dommages aux forages. Le plus souvent, cependant, l'affaissement augmente le risque d'inondation. [4]

I.4.4. La salinisation

Le sur-pompage des aquifères d'eau douce dans les zones côtières peut provoquer l'intrusion d'eau saline dans les zones d'eau douce des aquifères. Cela se produit par le soulèvement de l'eau salée et le mélange avec de l'eau douce, donnant lieu à une salinisation irréversible de l'aquifère. Il s'agit d'un problème majeur pour un grand nombre de villes côtières dans le monde entier. [4]

I.5. Solution pour résoudre le problème de surexploitation des nappes

I.5.1. Surveiller l'utilisation des eaux souterraines

Le contrôle indirect de captage des eaux souterraines est toujours moins précis, mais au moins une estimation est obtenue. Un suivi indirect peut être effectué par :

- La collecte de données indicatives, par exemple l'usage des eaux souterraines par l'irrigation peut être estimé indirectement en utilisant des heures de fonctionnement de la pompe (à partir de la consommation d'énergie) multipliées par le débit moyen de pompage
- L'utilisation de la télédétection : les satellites ou les capteurs aéroportés peuvent fournir des mesures objectives potentiellement à grandes échelles, avec la couverture quasi-continue, à faible coût par km². Les informations sur la superficie des terres irriguées, ou l'évaporation réelle journalière et cumulative peut être estimée. Ces techniques sont en pleine expansion tout le temps, avec différents capteurs et approches.
- Les estimations des changements dans le prélèvement régional des eaux souterraines pour l'approvisionnement domestique peuvent également être obtenues par l'information sur les changements démographiques et des contrôles aléatoires sur l'utilisation de l'eau par habitant. [4]

I.5.2. Processus de réglementation des eaux souterraines

- ✓ Réglementation des prélèvements des eaux souterraines et l'émission de droits ou de permis d'usage de l'eau.
- ✓ Réglementation de la pollution des eaux souterraines et de délivrance des permis de rejet des eaux usées.
- ✓ Institution de sanctions pour non-conformité.
- ✓ Contrôle des activités de réalisation de forage.
- ✓ Planification des ressources à l'échelle du bassin versant ou de l'aquifère
- ✓ L'utilisation combinée des eaux souterraines et des eaux de surface
- ✓ Le zonage des sols pour la conservation et la protection des eaux souterraines
- ✓ Faciliter la participation des parties prenantes et des usagers de l'eau
- ✓ Dispositions pour la surveillance des eaux souterraines. [4]

I.5.3. Cadre institutionnel pour la gestion des eaux souterraines

Un environnement favorable est nécessaire pour une gestion efficace des ressources en eau, y compris les eaux souterraines. Les dispositions institutionnelles pour la gestion des ressources en eau souterraine vont clarifier les rôles et les responsabilités des institutions nationales et / ou provinciales en charge des ressources en eau souterraine et définir les moyens pour faire face aux contraintes potentielles du processus de gestion telles que : les limites (géographiques) inadéquates de la gestion des eaux souterraines, la faible application de la réglementation, le manque de consensus social, la mauvaise coordination inter-institutionnelle.

Étant donné les problèmes créés par la pénurie d'eau et la pollution croissante, les systèmes de réglementation s'appliquent à toutes les ressources en eau dans un état, ou reconnaissent le droit souverain de l'Etat à la gestion des ressources en eau.

Ainsi l'eau souterraine a été déclarée comme un "bien public" transformant ainsi les anciens propriétaires de la nappe phréatique en utilisateurs, qui doivent remplir une demande à l'Etat pour bénéficier de droits / permis d'usage et de prélèvement de l'eau. Puisque l'état est le gardien ou administrateur des eaux souterraines, il peut (en plus de l'octroi de droits d'eau) adopter des mesures pour prévenir la pollution et la baisse de niveau des nappes. La législation actuelle tend aujourd'hui à exiger la planification des ressources en eau à l'échelle d'un aquifère entier ou d'un bassin versant. [4]

I.5.4. Recharges artificielles des nappes:

On dispose généralement trois moyens de recharge artificielle des nappes :

a) Recharge directe depuis la surface :

- Dérivation de rivières
- Fossés et sillons
- Irrigation intensive
- Recharge par aspersion
- Aménagement de cours d'eau
- bassins d'infiltration

b) Recharge directe du subsurface.

- fosses et puits
- inondation de cavités naturelles
- épandage souterrain
- forage d'injection

c) Combinaison des méthodes de surfaces et du subsurface. [2]

I.6. La surexploitation des aquifères du Roussillon en France

Le but de présenter l'évolution actuelle de la ressource en eau potable dans les aquifères de la plaine du Roussillon. Dans une problématique générale de la gestion durable des ressources.

Cette région du sud de la France, qui était relativement peu peuplée et sans grande activité touristique, connaît depuis deux à trois décennies de profondes mutations économiques, sociales et culturelles.

Toutefois, c'est la baisse du niveau des nappes pliocènes utilisées pour l'eau potable qui est préoccupante. Cette baisse représente une évolution tendancielle inquiétante. Nous avons choisi deux forages parmi d'autres pour illustrer cet état de fait. La période d'observation est de plus de 20 ans.

À Saint Laurent de la Salanque le niveau piézométrique a diminué de 3 mètres en 35 ans dans la couche pliocène (figure I.12).

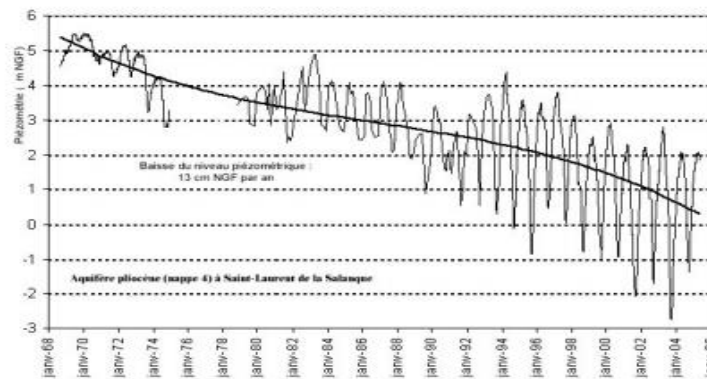


Figure I.4: baisse du niveau de la nappe pliocène à Saint Laurent de la Salanque

Les mêmes observations s'appliquent au forage de Sainte Marie de la Mer où les données ont été enregistrées sur une période de 20 ans (figure I.13).

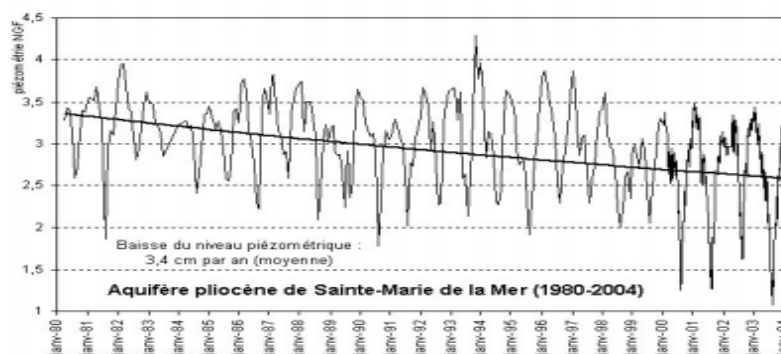


Figure I.5 : évolution des niveaux piézométriques de la nappe pliocène à Sainte-Marie.

Cette donnée ponctuelle indiquée que il y a une surexploitation les nappes de la plaine de Roussillon. [3]

I.7.Le problème de surexploitation de la nappe de Mitidja

La piézométrie de la Mitidja a beaucoup diminué. Un rabattement très important et remarquable dans la nappe, varient de 10 à 25 mètres sur une période de 30 ans.

Cette baisse importante de la surface piézométrique est la conséquence de plusieurs facteurs :

- Le commencement précoce de l'irrigation dû à cette sécheresse.
- Au pompage continu au niveau des principaux champs de captage à cause de l'augmentation de la demande de la ressource au niveau de l'algérois.
- prolifération des forages agricoles et industriels illicites surtout au voisinage des périmètres de protection des champs de captage.

La surexploitation de la nappe de Mitidja représenté par les indicateurs de rabattement de la nappe qui est dépassé 30 mètres et la disparition de l'artésianisme dans le bas Mazafran

En plus l'invasion saline en Mitidja - Est (baie d'Alger) a atteint des proportions inquiétantes (1.6 kms de la côte) et récemment la salinité des eaux des forages d'AEP de Dergana, de Beni Mered et de Benzerga a augmenté. (ANRH, 2007).

Nous constatons une exploitation intensive de la nappe de la Mitidja qui va provoquer une baisse notable du niveau de la nappe, donc cette nappe est surexploitée. [2]

I.8.Surexploitation des ressources en eau de l'aquifere du plateau de mostaganem

La comparaison des essais de pompage, ainsi que l'étude de la carte de fluctuation, montrent que la nappe est surexploitée, surtout dans les zones de pompage et plus particulièrement le long des axes de drainage. Un essai de bilan établi sur la période 1990-2010 donne un bilan négatif de 276.106 m³, correspondant à une surexploitation de la nappe de l'ordre de 3 m³/s.

Un programme de gestion des ressources du plateau de l'aquifère de Mostaganem doit donc être établi (captage des sources mal captées ou non captés comme Ain Soltane, avec 4.000000 m³/an pour permettre aux ressources de se reconstituer dans les secteurs où la nappe a connu les rabattements les plus importants. [8]

Conclusion

La question de la surexploitation des eaux souterraines montre que les schémas habituels de pensée qui reposent sur une stricte dichotomie entre le marché et l'État méritent d'être reconsidérés. C'est souvent à partir de situations de pénurie que les acteurs locaux ressentent le caractère commun des eaux souterraines et tentent de trouver les solutions les plus adaptées à la configuration juridique, économique et politique qui définit leur rapport à la ressource.

Or, les perspectives de croissance démographique à l'horizon future font craindre une intensification des prélèvements dans les eaux de surface comme dans les eaux souterraines. Même les pays en développement les mieux dotés en eau, comme l'Inde, connaissent déjà des situations locales de surexploitation de leurs aquifères. [1]

Le problème de recharge des nappes causer une surexploitation si le taux de recharge est plus lent que la taux d'extraction, cela peut entraîner une baisse des niveaux d'eau limitées, une dégradation de la qualité de l'eau souterraine.



Chapitre II
Intrusion marine

Introduction

Depuis plus de deux décennies il a été constaté, que ce soit à l'est ou à l'ouest, une forte intrusion saline dont on a essayé d'expliquer le phénomène et pour laquelle on souhaiterait apporter des solutions. Les raisons majeures de ce phénomène sont la conjonction d'une surexploitation de la plaine pour toutes sortes de besoins, agricole, industriels et autres.

Les aquifères côtiers sont fragilisés par des prélèvements massifs concentrés sur une courte période de l'année, avec le cumul des prélèvements destinés à l'eau potable pendant la saison estivale et les forages destinés à l'irrigation ainsi que ceux utilisés pour l'industrie. [6]

II.1.1. Définition du phénomène :

Le phénomène d'intrusion saline est un processus actif qui correspond à une rupture de l'équilibre hydrodynamique entre l'eau douce et l'eau de mer par une baisse importante de la charge et des flux d'eau douce et/ou une augmentation de la charge d'eau de mer (Figure II.1). Ce déséquilibre se traduit par une avancée de l'eau de mer dans l'aquifère et une dégradation souvent importante de la ressource en eau douce, sensible dès que la part d'eau de mer atteint 2%.

Une des raisons les plus communes de ce déséquilibre est la surexploitation des aquifères côtiers, exacerbée par la population toujours croissante de ces zones, mais le déséquilibre peut également résulter d'une baisse naturelle de la recharge ou d'une montée du niveau marin. [5]

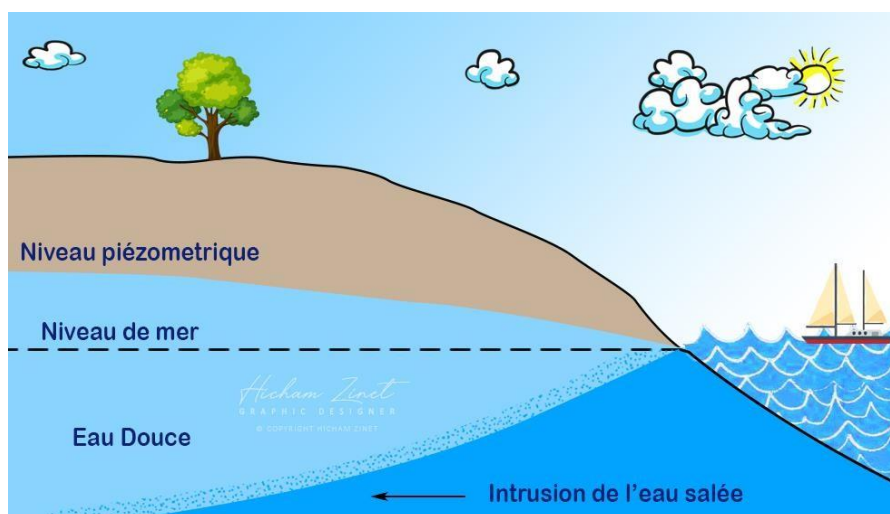


Figure II.1 : Phénomène d'intrusion marine [5]

Cette intrusion marine fonctionne par les mécanismes suivant :

En l'absence de perturbation (surexploitation par exemple), la pénétration du niveau de la mer à l'intérieur des terres est naturellement régie par une différence de masse volumique entre deux eaux L'une salée et marine, plus dense et donc plus assujettie aux forces

gravitationnelles; L'autre plus ou moins « douce » provenant de l'infiltration des précipitations et constituant ainsi une nappe côtière s'écoulant vers la mer.

- L'interface eau douce- eau salée prend une allure hyperbolique, qui limite la partie basale nommée « biseau ». Dans la réalité, on observe une zone de transition dont l'épaisseur ne dépasse guère quelques mètres.
- La différence de densité entre les deux liquides qui tend à maintenir l'eau salée en profondeur.
- La diffusion moléculaire du sel dans l'eau douce tendant à minimiser les gradients de concentration.
- Le débit de la nappe qui est fonction du régime d'exploitation et d'implantation des différents aménagements hydrauliques et de la recharge de la nappe.
- La porosité et la perméabilité des terrains aquifères littoraux, - La géométrie de l'aquifère : topographie du substratum imperméable au niveau de l'interface eau douce- eau salée.
- Les pluies susceptibles de recharger une nappe côtière engendrent une augmentation du débit des eaux souterraines et une poussée de l'interface eau douce- eau salée vers la mer voire une expulsion des niveaux salés vers des niveaux plus profonds.
- En présence de pompes intensifs et périodiques et lorsque l'aquifère est hétérogène, ce phénomène va engendrer une propagation des sels marins vers les eaux souterraines et une augmentation de la salinité de ces eaux pompées. [7]

II.2.Critères de reconnaissance de l'invasion marine

Il existe différents critères qui nous permettent d'identifier le cas d'une intrusion marine :

II.2.1.Critères géologique

La description géologique complète (lithologie, stratigraphie) et la définition des limites géologiques de l'aquifère (mur et toit) dans la zone littorale permettent de préjuger de l'existence du biseau salé.

La connaissance de la géologie fine sur le littoral sur un profil terre-mer permet d'optimiser la gestion des aquifères côtiers d'une part et de mieux appréhender les problèmes d'intrusion saline d'autre part. [6]

II.2.2.Critères hydrodynamiques

L'établissement d'une carte piézométrique permet de définir le sens de l'écoulement qui peut s'avérer significatif de l'intrusion marine (cas d'écoulement de la mer vers la nappe). [6]

II.2.3.Critères géophysique

L'étude de la résistivité permet une meilleure approche du problème de l'invasion marine, et dans certains cas d'identifier la zone de contact eau douce/eau salée.

Pour suivre ces évolutions et les risques de salinisation, des mesures par (log de conductivité) sont effectuées sur les forages et piézomètres proches de la côte.

Comparable à la mise en œuvre pour les plans d'eau, les mesures de conductivité (bon marqueur de la salinité) sont réalisées à différentes profondeurs. [6]

II.2.4.Critères hydrochimiques

L'analyse hydrochimique des éléments majeurs (Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , SAR ...etc.) et l'étude de certains rapports caractéristiques comme le rapport de Todd ($r_{\text{Cl}}/r_{\text{HCO}_3}$) sont caractéristiques de l'invasion marine. [6]

II.3.Critères de distinction des intrusions de l'eau de mer

La distinction des différents mécanismes de salinisation est cruciale pour l'évaluation de l'origine, des chemins, des taux de salinisation et la quantification des évolutions dans les prochaines décennies des nappes aquifères côtières. La distinction entre une récente et ancienne intrusion de l'eau de mer prise au piège à l'intérieur ou au-dessous des nappes aquifères a des applications pratiques au niveau de la modélisation et de la gestion des ressources en eau.

L'interprétation des processus de salinisation est basée sur des critères géologiques et hydrochimiques. Plusieurs critères géochimiques peuvent être suggérés pour identifier l'origine de la salinité, surtout la détection de l'intrusion de l'eau de mer par opposition à d'autres sources de salinité dans les nappes aquifères côtières. [7]

II.4.Méthodes d'étude de l'intrusion marine :

La délimitation de l'interface eau douce-eau salée est très compliquée à déterminer, ce qui rend la lutte contre ce problème délicat, difficile et nécessite une approche pluridisciplinaire. Plusieurs auteurs ont étudié le phénomène pour localiser la position de l'interface «eau douce - eau salée» par différentes méthodes tels que :

II.4.1.Étude géophysique :

La géophysique est un outil complémentaire indispensable à une étude hydrogéologique, elle complète les données d'un forage quand la zone d'étude est vaste et complexe. Les irrégularités sont généralement détectées de même que pour la puissance, l'allure et la structure de la formation étudiée. Prospection électrique (le changement des valeurs de résistivité) peut indiquer une intrusion marine. [5]

II.4.2.Étude de la piézométrie :

La mesure du niveau des eaux souterraines est d'une importance fondamentale dans l'hydrogéologie. Ce niveau peut être utilisé pour plusieurs raisons, y compris l'établissement d'une carte piézométrique, dont le but est de représenter à une date donnée, la distribution spatiale des charges et potentiels hydrauliques ; cette carte est nécessaire afin de connaître l'extension de l'aquifère, la direction et la vitesse de l'écoulement des eaux souterraines, ainsi

que leur zones d'accumulation. Elle traduit le comportement hydraulique de la nappe (zones d'alimentation, d'exutoire et de surexploitation) et son évolution dans le temps.

L'interprétation des enregistrements piézométriques effectués selon des pas de temps réguliers ou variables, montre l'évolution piézométrique ponctuelle de la nappe suite à son alimentation ou à son exploitation locale. [5]

II.4.3.Étude hydro chimique :

L'étude de la répartition dans l'espace, et l'évolution dans le temps des concentrations en ions majeurs constitue un atout important pour la mise en évidence du biseau salé. [5]

II.4.4.conductivité :

La conductivité électrique apparente s'exprime en milli-Siemens/mètre (mS/m) et dépend principalement de la teneur en eau, dans notre étude on a trouvé que la conductivité augmente, donc c'est un indicateur de la salinité dans la région d'étude.

II.5.Impact de l'intrusion marine

II.5.1.Effet sur sols :

Les effets délétères de l'intrusion marine ne sont pas ressentis seulement au niveau des caractéristiques qualitatives de l'eau souterraine mais surtout sur la fertilité des sols agricoles des champs irrigués. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. L'eau s'évapore mais les sels restent et s'accumulent.

Lorsque cette eau destinée à l'irrigation est initialement fortement salée, l'impact de la salinisation du sol est ainsi augmenté. [5]

II.5.2.Effet sur l'économie :

La modélisation hydrogéologique d'un aquifère littoral peut être utilisée pour comprendre l'intrusion saline et tester différents scénarios. Ces scénarios permettent par exemple d'explorer l'impact des modifications de changement de niveau marin ou l'impact d'une évolution des prélèvements. Cependant, la réalisation d'une modélisation hydrogéologique nécessite de disposer d'une connaissance suffisante tant du point de vue de la géométrie que des paramètres physiques du réservoir souterrain. L'acquisition de données nécessite des investigations géophysiques ou la réalisation de forage avec des essais de pompages et des caractérisations hydro chimiques ; elle peut donc, en fonction des connaissances initiales et des enjeux, être coûteuse en temps et en argent.

La mise en exploitation des nappes côtières nécessite une bonne gestion de la ressource en eau afin d'éviter tout genre de pollution. Lorsqu'une pollution de l'eau douce par une eau salée

par exemple a lieu, il est en général difficile d'en faire disparaître les effets. Il est alors préférable d'essayer de prévoir les risques d'intrusion marine, ce qui nous place directement devant un double problème complexe, associant la notion de quantité à celle de qualité. [9]

II.5.3.Effet sur la santé des consommateurs :

Processus et transformations chimiques du mélange eau douce/eau salée : L'effet le plus visible d'une intrusion saline dans un aquifère côtier ou insulaire est l'établissement d'un gradient de salinité de la côte vers l'intérieur de l'aquifère. La salinité, ou la concentration en ions chlorure (Cl⁻) dans les eaux, sont un indice de cette pénétration. Le seuil de concentration des ions (Cl⁻) fixé par l'Agence de Protection de l'Environnement est de 0,5 g/l pour que l'eau soit potable (la concentration de l'eau de mer est de 30 à 35 g/l). Par ailleurs, la salinisation de la masse d'eau entraîne tout un cortège de réactions chimiques et de processus dont il faut tenir compte puisqu'ils peuvent affecter la qualité de l'eau souterraine.

La formation de composés organo-halogénés est une autre conséquence importante à l'intrusion d'eau salée. La formation de composés organo-halogénés est une autre conséquence importante à l'intrusion d'eau salée.

Ces composés organo-halogénés sont sous haute surveillance dans les eaux de consommation des aquifères côtiers car ils sont reconnus comme cancérigènes. [9]

II.6.les nappes polluées par l'eau marine

On prend 2 exemples :

a)- La nappe de la Mitidja est fortement menacée par la pollution et l'augmentation des prélèvements, sous l'effet du développement démographique et économique important dans cette région, selon une étude menée par l'Agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau (AGIRE).

L'exploitation des ressources en eau dans la plaine de la Mitidja, qui s'étend sur une superficie de 1.450 km² au sud d'Alger, a augmenté « significativement » ces dernières décennies en raison notamment des prélèvements agricoles et de l'alimentation en eau potable (AEP), souligne l'étude.

Cette augmentation s'est accompagnée de rabattements « considérables » de la nappe superficielle notamment dans le secteur de la Baie d'Alger (Nord-est de la plaine de la Mitidja) et semble avoir favorisé l'intrusion marine dans les eaux souterraines dans ce secteur. [11]

B)- L'eau souterraine de l'aquifère côtier Motril-Salobreña (dans le sud de l'Espagne) souffre beaucoup Des changements survenus au cours des vingt-cinq dernières années liés à certaines actions humaines. Ils affectent directement ou indirectement à la dynamique des eaux souterraines, et du fait du contact avec la mer méditerranée dans la limite sud de l'aquifère, pourrait changer l'emplacement du coin salin.

Les eaux souterraines de l'aquifère de Motril-Salobreña, en particulier celles liées à l'intrusion d'eau de mer avant que les effets ne commencent à affecter la population. [9]

II.7. Les solutions proposées contre l'intrusion marine :

Contrairement à certains auteurs qui disent que l'intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers est un phénomène irréversible, ce problème peut être solutionné. La recharge artificielle de la nappe contaminée s'avère une technique sûre et peut repousser le biseau salé. Aucune étude sérieuse n'a été faite en Algérie.

On assiste ces vingt dernières années à une évolution spectaculaire des secteurs vulnérables à l'intrusion le long du littoral suite à la sécheresse, au pompage anarchique de la nappe et à l'extraction abusive du sable marin. Avant d'appliquer la recharge artificielle, il serait judicieux de tenir compte des recommandations suivantes:

- Arrêter immédiatement les forages et puits fortement contaminés.
- Arrêter l'exploitation dans les secteurs vulnérables à l'intrusion.
- Généraliser la microirrigation.
- Programmer des campagnes de mesure de la piézométrie pour suivre les fluctuations du niveau de la nappe
- Faire des analyses chimiques et géophysique pour suivre et localiser l'interface eau douce- eau salée.
- Etudier et modéliser la propagation du biseau salé.

L'application de ces recommandations ralentit uniquement la propagation du biseau salé vers d'autres secteurs, il devient nécessaire de compléter ces recommandations par l'utilisation de la recharge artificielle de la nappe. [10]

Conclusion

L'intrusion marine est un phénomène complexe qui peut avoir des conséquences néfastes sur les écosystèmes côtiers et les communautés locales. Il peut être causé par une combinaison de facteurs, tels que la hausse du niveau de la mer, la modification des modèles de marée et la dégradation de la qualité de l'eau.

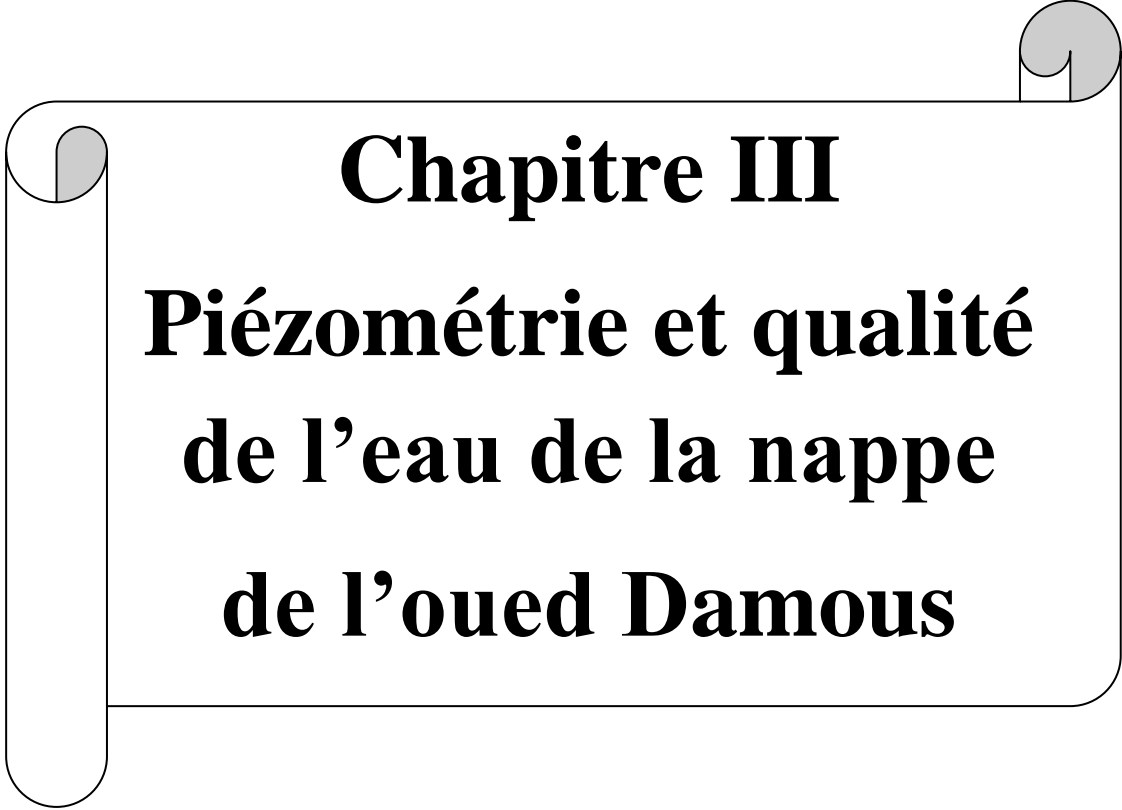
Surveiller et comprendre les causes de l'intrusion marine pour mieux prévoir et atténuer ses impacts. Des solutions telles que la restauration des zones humides, la construction de digues et la planification du littoral peuvent aider à minimiser les effets négatifs de l'intrusion marine sur les côtes.

Voici d'autres solutions pour protéger contre l'intrusion marine:

-La plantation de végétation côtière: La végétation peut aider à protéger les côtes contre l'érosion en retenant le sol et en réduisant les ondes.

-La gestion des eaux usées et pluviales: La gestion adéquate des eaux usées et pluviales peut aider à minimiser la contamination de l'eau de mer, ce qui peut contribuer à réduire l'intrusion marine.

-La sensibilisation et l'éducation: Sensibiliser les communautés locales et les gouvernements à l'importance de protéger les côtes contre l'intrusion marine peut encourager l'adoption de mesures de protection efficaces.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and grey shading on the rolled-up ends, framing the text.

Chapitre III
Piézométrie et qualité
de l'eau de la nappe
de l'oued Damous

Introduction

Ce chapitre est un aperçu de la zone d'étude où nous allons mentionner sa situation géographique, ensuite présenter oued damous et les puits existants.

Ensuite on a mesuré les niveaux piézométriques dans les puits dans différents points sur oued damous.

Enfin nous avons étudié et mesuré la conductivité à différents points sur oued damous pour savoir où le niveau de salinité atteint dans et savoir s'il y a une surexploitation dans cette région.

III.1. Région d'étude et méthodologie de travail

III.1.1. présentation de la zone d'étude :

La région de Tipaza est une région côtière située à 70 km à l'Ouest de la capitale Alger. Elle s'étend sur 120 Km depuis la commune de Douaouda à l'Est, jusqu'à celle de Damous du côté Ouest et 50 km de littoral sur une largeur de 20 Km environ vers le sud. (Figure III.1)

La wilaya de Tipaza est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord ;
- La Wilaya de Blida au Sud-Est ;
- La Wilaya d'Aïn-Defla au Sud-Ouest ;
- La Wilaya de Chlef à l'Ouest ;
- la Wilaya d'Alger à l'Est.

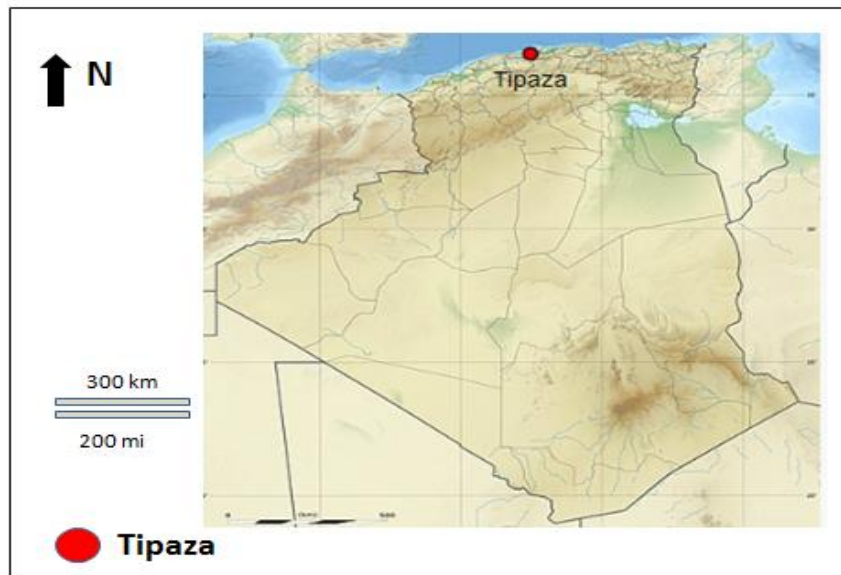


Figure III.1 : carte de localisations de la zone d'étude [Google]

Le territoire de la commune de Damous est situé au nord-ouest de la wilaya de Tipaza, à environ 70 km à l'ouest de Tipaza, 50 km à l'ouest de Cherchell et 55 km à l'est de Ténès. (Figure III.1)

La commune de Damous est desservie par plusieurs routes nationales:

-Route nationale 11: RN11 (Route d'Oran).

À sa création, en 1984, la commune de Damous est constituée de sept localités :

- Béni Hatita
- Béni Zioui
- Damous
- Oued Harbil
- Roff
- Reggou
- Remamène
- Douar ikhlifaine. [12]



Figure III.2: carte localisation commune de Damous[<https://1map.com/fr/maps/algeria/damous>]

III.1.2.Situation géographique du secteur d'étude :

Le périmètre étudié, correspond à un tronçon de l'Oued Damous. Il est situé à environ 15 Kilomètres au sud ouest du village de Damous (Figure III.2), il est limité :

- Au Nord par la latitude (UTM) 4040,000 Kms.
- Au Sud par la latitude (UTM) 4036,000 Kms et par l'Oued TEFOUGIGINE au Sud Ouest.

- A l'Est et à l'Ouest respectivement par les longitudes (UTM) 381,500 Kms et 377,500Kms. [13]

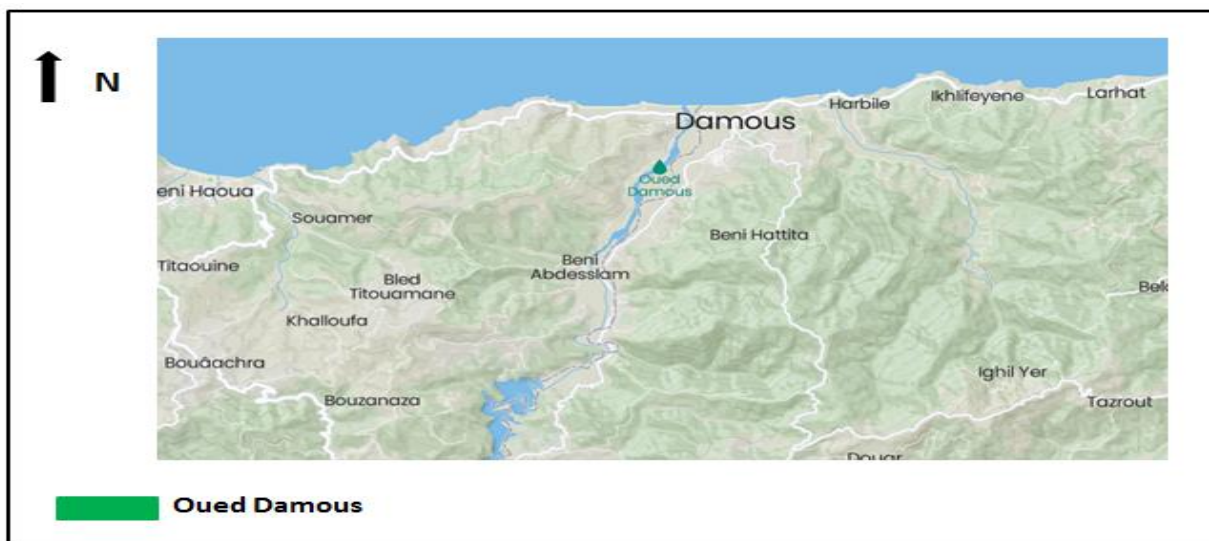


Figure III.3 : Carte géographique de l'oued Damous(<https://mapcarta.com/fr/17347672/Cart>)

III.1.3.Géologie de nappe de l'Oued Damous

L'oued Damous est situé à l'extrémité ouest de la wilaya de Tipaza, il représente la limite entre les communes de Ténès, coté Chélif et de Damous, coté Tipaza. Il se situe dans le sous bassin versant Côtier Cherchell, limité au Nord par la mer Méditerranée et limité de l'Ouest et de l'est par Djebel Boumaad et le Djebel Bou Tismene,

Il s'agit des dépôts alluvionnaires peu répandues, dont l'épaisseur résulte des effets érosifs de petits cours d'eau rivaux. Les dépôts alluvionnaires sont en général d'origine carbonatée avec la présence fréquente des particules grossières.

L'étude géophysique par la méthode électrique réalisée dans la région en 1966, montre que les alluvions sont plus développées au nord avec une épaisseur qui varie de 50 à 60 m et une résistivité de 15 à 25 ohm.m indiquant un matériel plus fin, au centre l'épaisseur est de 20 à 30 m, plus au sud les alluvions sont plus grossières et résistantes.

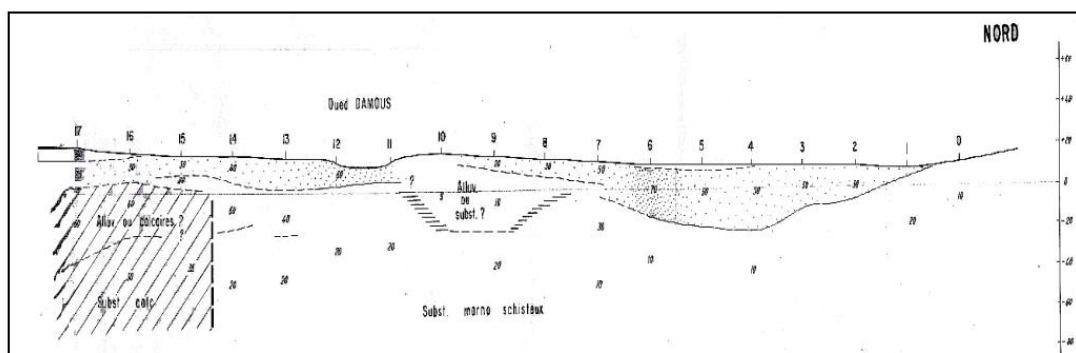


Figure III.4: Coupes géophysiques (9) dans la vallée de l'oued Damous [14]

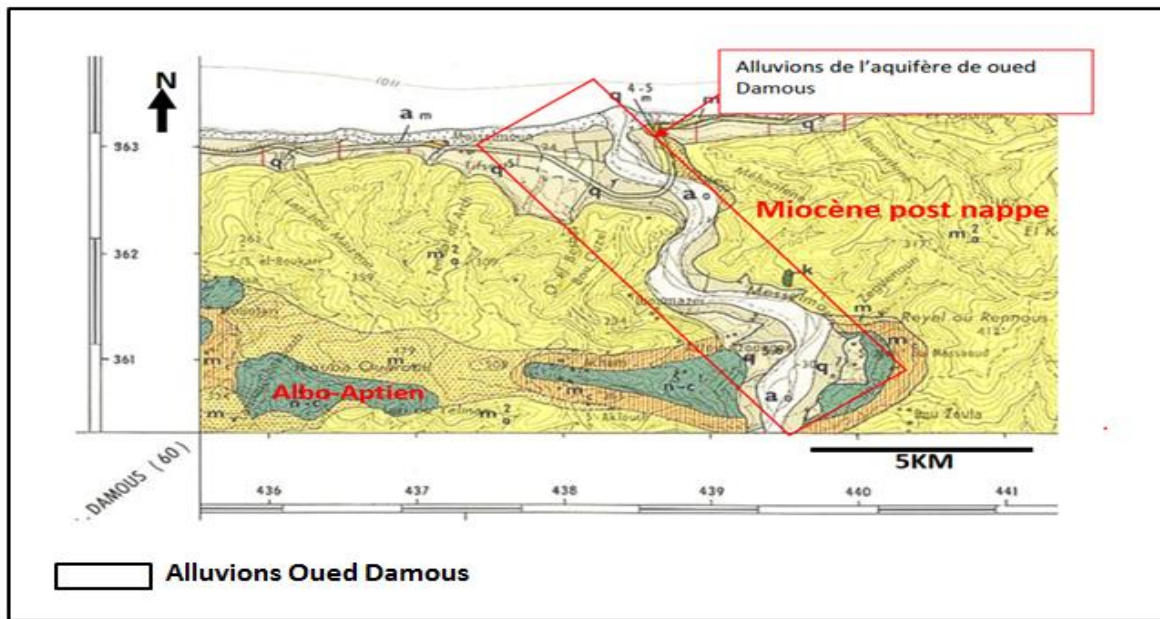


Figure III.5: Carte géologique d'oued Damous [14]

Seules les alluvions de l'Oued constituent un aquifère intéressant et ce, au niveau de l'embouchure de l'Oued, là où les terrasses sont plus étendues avec des épaisseurs considérables du dépôt alluvionnaire. Ceci est d'ailleurs confirmé par les nombreux forages existants qui ont recoupés jusqu' 40 m d'alluvions et fournissent un débit de 20 à 30 l/s. [14]

Vers l'amont de l'Oued, les terrasses deviennent plus restreintes avec une faible épaisseur des alluvions, par conséquent le débit des puits et forages régresse.

D'autre part, loin vers l'amont du site du barrage (10 Kms environs), un forage d'une profondeur de 81 m a été réalisé par la DHW de la Wilaya de Tipaza a fourni un débit de l'ordre de 5 l/s. Ce forage a recoupé sous 20 m d'alluvions, et une alternance d'argiles et des chistes quartzitiques, ce qui nous laisse dire que les schistes et quartzites fournissent aussi un débit qui est modeste mais exploitable. [14]

III.1.4.Pluviométrie :

La pluviométrie qui prévaut au bassin versant d'Oued Damous est établie en utilisant l'information disponible de la région à l'étude.

Aucun poste pluviométrique n'est situé à l'intérieur du bassin versant du site Oued Damous. La période d'observations et l'importance des données disponibles des stations situées à proximité de la zone d'étude, on prend la station d'Abou El Hassen entre (1953-1996). [13]

- **Pluie moyenne annuelle :**

La répartition mensuelle des pluies est donnée dans le tableau suivant:

Tableau III.1: Répartition mensuelle moyenne interannuelle des précipitations.[13]

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
P(mm)	27,96	60,61	80,99	85,51	72,56	63,58	57,39	50,23	35,97	6,74	1,43	3,6	546,6
P (%)	5,115	11,09	14,82	15,65	13,28	11,63	10,50	9,19	6,581	1,23	0,26	0,66	100

Source : A.N.R.H. (1953-1996)

III.1.5.Méthodologie de travail

Notre travail consiste à prendre de prélèvements sur terrains au niveau des puits (6 puits) situé à oued damous à proximité de barrage KEF EDDIR (Figure III.6), on a effectué 2 prélèvement (sortie 1 le 19/05/2022, sortie 2 le 20/06/2022).

Pour collecter les échantillons, puis les avez analysés dans le laboratoire de notre département pour mesurer le niveau piézométrique et la conductivité. Cette analyse vise à obtenir une compréhension plus approfondie de l'état hydrologique des puits.

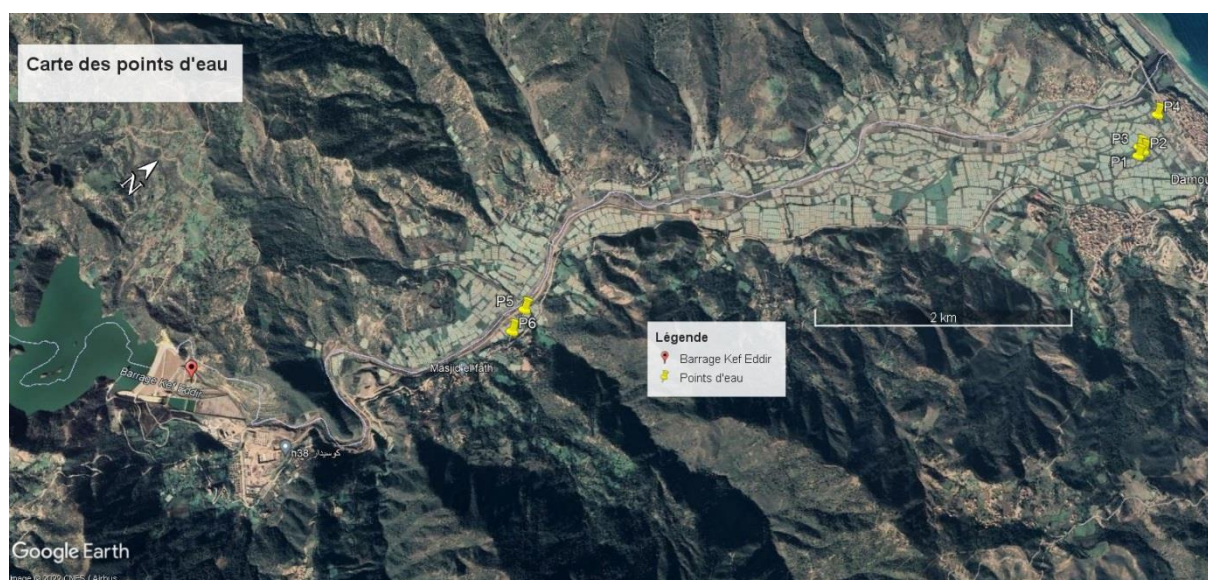


Figure III.6 : vue aérienne sur oued Damous 2022 (Google Erth)

-Les photos suivant présenter les puits :



Photo 1 : Puits 1

photo 2 : puits 4

-Le matériel utilisé dans notre travail pour mesuré le niveau piézométrique et au niveau de terrain et compteur de mesure, les bouteilles pour prendre les échantillons et la dans les photos suivantes :



Photo 3 : Compteur de mesure

photo 4 : bouteilles d'échantillons

-au niveau de laboratoire de notre département on a mesuré la conductivité par le Conductivimètre comme le montrent les photos suivantes :



Photo 5 : mesuré de conductivité



photo 6 : Conductivimètre

III.2. Résultat et discussion

III.2.1. Niveau piézométrique des prélèvements 1 et 2

Les résultats de mesure des niveaux piézométriques de 6 puits de deux sorties sur oued damous représenté comme suit :

-diagramme des niveaux piézométriques : représenté dans le diagramme (Figure III.7)

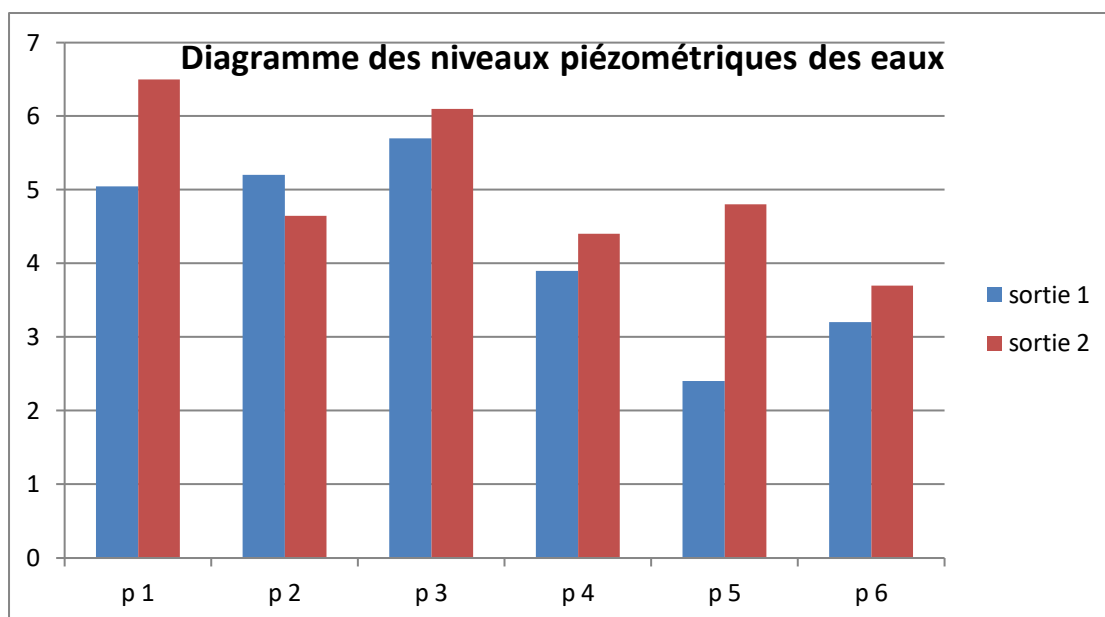


Figure III.7: diagramme des niveaux piézométriques (sortie 1 et 2)

-les niveaux piézométrique entre la première et la deuxième sortie est différent, Nous concluons que le niveau piézométrique dans la deuxième sortie est légèrement plus élevé.

Cela peut indiquer une variation dans les conditions hydrologiques des puits entre les deux sorties.

III.2.2.conductivité

a)Conductivité de barrage

La conductivité de barrage KEF EDDIR et constante (1046 $\mu\text{s}/\text{cm}$) représenté dans le graphe suivant : (Figure III.8).

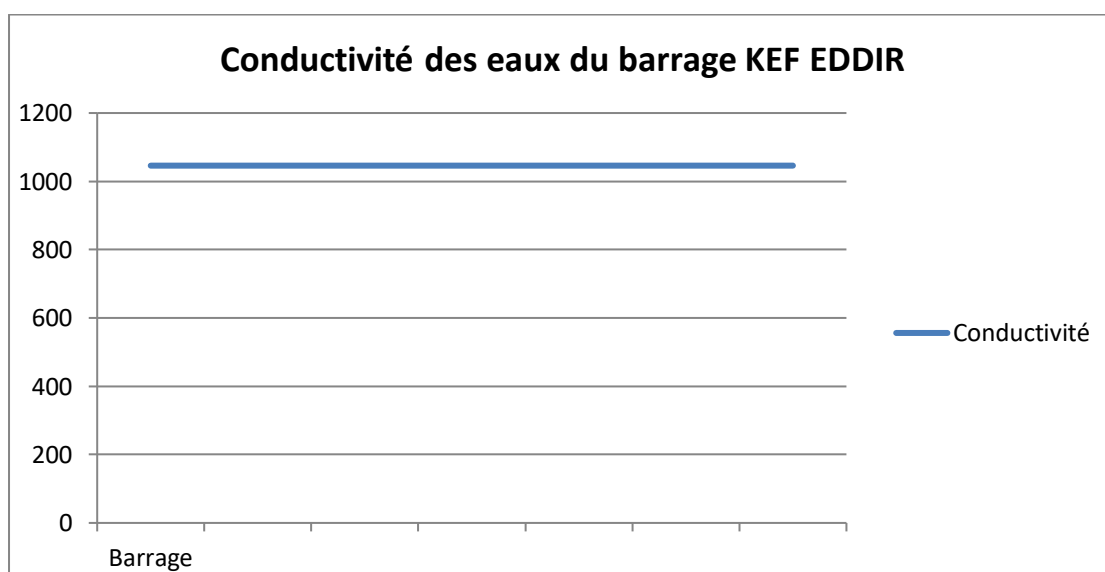


Figure III.8: Conductivité du barrage KEF EDDIR

b) Conductivité dans les puits

Les conductivités des puits représenté dans le diagramme suivant :

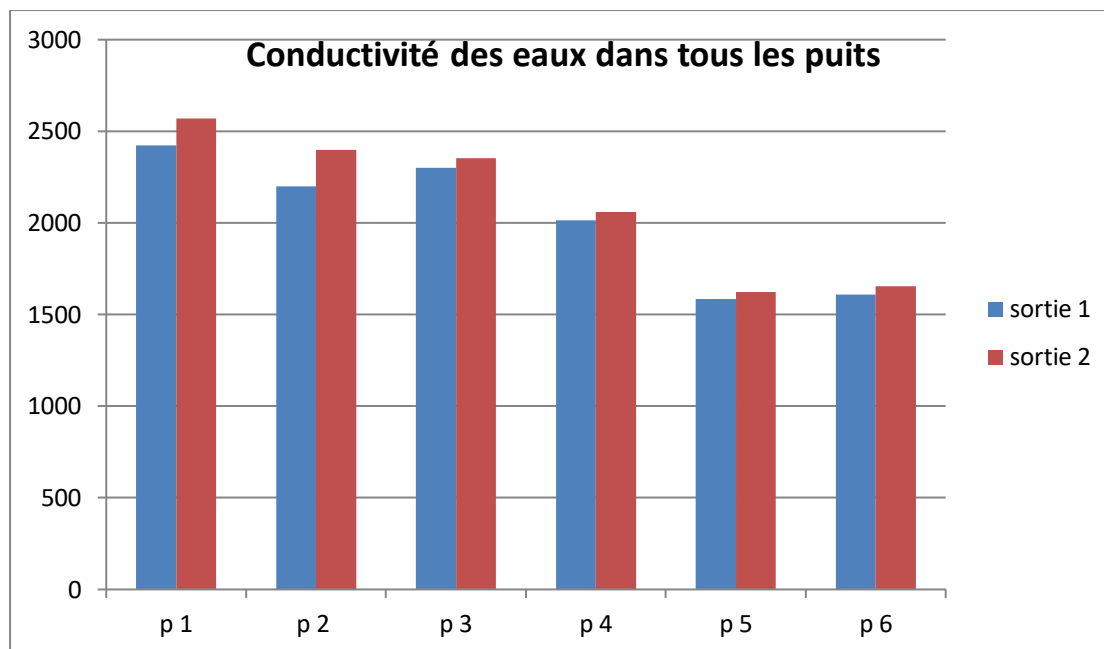


Figure III.9: Conductivité de tous les puits (de p1a p6)

-La conductivité de tous les puits est supérieure à la conductivité du barrage qui égale (1046 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

Interprétation des résultats :

Nous avons trouvé que la conductivité de l'eau des puits est supérieure à la conductivité de l'eau du barrage, donc la salinité des puits est plus élevée que le barrage.

Est puis on a trouvé de déférence de conductivité de puits a un autre sa dépende a la qualité des eaux dans ces puits, donc la salinité elle est variable dans les puits.

Ceci est un indicateur de l'intrusion de l'eau de mer dans les puits à un degré croissant.

Une conductivité plus élevée peut indiquer une qualité inférieure de l'eau souterraine, car elle peut être associée à la présence d'impuretés potentiellement nocives pour la santé humaine et l'environnement. Il est donc important de surveiller la conductivité des eaux souterraines pour évaluer leur qualité et identifier les facteurs qui peuvent influencer leur qualité.

Conclusion

A travers les résultats obtenus dans la zone d'étude, et les rapports de conductivité croissants d'un puits à l'autre, par exemple le puits 1 elle a des valeurs (sortie 1= 2422 μ s/cm), (sortie 2= 2570 μ s/cm), est plus élevée que la conductivité du barrage qui égale (1046 μ s/cm).

Nous avons donné une idée que la salinité est en augmentation à cause de l'intrusion marine dans les puits dans cette zone.

De plus, nous avons constaté qu'il y a une surexploitation de l'eau dans les puits, ce qui a entraîné l'intrusion marine dans cette région.



Conclusion générale

Conclusion générale

Les eaux souterraines ont l'immense avantage d'être une ressource distribuée qui permet des prélèvements diffus sans qu'il soit besoin d'un réseau de transport de l'eau (bien sûr, encore faut-il que des nappes aquifères existent).

L'objectif de cette étude était d'effectuer une étude globale sur la nappe de oued Damous à proximité de barrage KEF EDDIR, et surveiller l'évolution des niveaux piézométriques et la conductivité.

La nappe de oued Damous est surexploitée selon les résultats obtenus à partir de la mesure des niveaux piézométriques dans la première et la deuxième sortie par exemple (puits 1, sortie 1=5.05 m, sortie 2=6.50m).

Le phénomène de l'intrusion marine menace la zone de Damous et les puits existants, après mesure de la conductivité nous avons trouvé des taux élevés par exemple (puits 1, sortie 1=2422 μ s/cm sortie 2= 2570 μ s/cm).

La surexploitation et l'intrusion marine sont deux problèmes environnementaux qui peuvent affecter la qualité de l'eau et la sécurité de l'approvisionnement en eau.

Pour prévenir ces deux problèmes, il est important de surveiller et de contrôler les niveaux de prélèvement d'eau, de développer des systèmes de gestion de l'eau efficaces, de protéger les sources d'eau potable et de mener des études pour évaluer les impacts environnementaux potentiels.

Il est également important de sensibiliser les communautés locales à l'importance de préserver les sources d'eau et de promouvoir des pratiques de gestion de l'eau durables.

Les références bibliographiques

[1] **Natures Sciences Sociétés 12, 146-156 (2004)** : La surexploitation des eaux souterraines enjeux et gouvernance.

[2] **MOUSSELMAL Mohammed, 2015** : CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA RECHARGE DES NAPPES PAR PROCÉDES ARTIFICIELLES : Mémoire de Master, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique.

[3] **La surexploitation des aquifères du Roussillon** : une ressource patrimoniale en danger

[4] **INTEGRATION DE LA GESTION DES EAUX SOUTERRAINES. (Module 5.6.8).**

[5] **Zinet Hicham, Becherair Nassima, 2020** : Étude de l'intrusion marine par les profils de conductivité (Cas de la Baie d'Alger) : Mémoire de Master, Université Saad Dahleb-Blida.

[6] **BENAICHE Billal, 2011** : ETAT DE L'INTRUSION MARINE DANS LA BAIE D'ALGER cas des champs de captage de Boureah et Hamiz : Mémoire de Master, Université Saad Dahleb-Blida.

[7] **HADDAD Ouissam, 2017**. Étude de la vulnérabilité d'une nappe d'eau souterraine basée sur l'approche méthodologique GALDIT (Cas de la nappe de BOUTELDJA, Nord EST Algérien.) : Mémoire de Master, École Nationale Supérieure d'Hydraulique.

[8] **BAICHE A., SIDI MOHAMED H., ABLAOUI H.** SUREXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU DE L'AQUIFERE DU PLATEAU DE MOSTAGANEM, Université Oran 1 Es-Senia.

[9] **CHAOUA OUISSEM, 2017** : Etat de la pollution des nappes aquifères du bassin méditerranéen contaminées par les eaux de mer. Mémoire de Master, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique.

[10] **REMINI B. (2010)**. La problématique de l'eau en Algérie du nord, Département des Sciences de l'eau et de l'environnement, Faculté des sciences de l'ingénieur, université Saad Dahlab – Blida.

[11] <https://www.algerie-eco.com/2021/03/23/ressources-en-eau-la-nappe-de-la-mitidja-menacee-par-la-pollution/>

[12] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Damous>.

[13] **HAMIDA Mohamed, 2017** : IMPACT DE LA MISE EN EAU DU BARRAGE KEF EDDIR SUR LA NAPPE PHREATIQUE A L'AVANT (TIPAZA) : Mémoire de Master, Université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

[14] **Benmeddah Khadidja, 2018**: Etablissement de carte de ressources en eaux souterraines de la wilaya de Tipaza : Mémoire de Master, Université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

