



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 الشهيد حمزة لخضر الوادي  
Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued

Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique & de Génie civil

كلية التكنولوجيا

قسم الري والهندسة المدنية

**Proposition d'un sujet de fin des études**

***Master (2020/2019)***

**MEMOIRE**

***Option Conception et Diagnostic des systèmes d'AEP et d'assainissement***

***Ouvrages hydrauliques***

***Matériaux en génie civil***

**Intitulé du mémoire: ETUDE DU COMPORTEMENT  
D'UN BARRAGES EN BETON : Cas du barrage de  
Fontaine de gazelle (Wilaya de Biskra)**

Dirigé par:

**Meguellati Soumia**

Présenté par :

**DJENAIHI YAMINA**

**ZOBIR FATIMA**

**Promotion: Juin 2020**

# Remerciement

*Au terme de ce travail. Il nous est agréable d'exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à Mme. Meguellati Soumia de nous avoir encadrés. Nous lui exprimons nos reconnaissances pour ses précieux conseils qui nous ont guidés dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.*

*Nous nous adressons également à l'administration du barrage fontaine de gazelle, en particulier à Mr. Omar, qui ne nous a épargné aucune information que nous lui demandions.*

*Nous adressons aussi nos sincères remerciements aux membres du jury pour avoir évalué et jugé notre travail et qui ont contribué à notre formation.*

*Merci à tous ceux qui nous ont aidés pour achever ce travail.*

## **Résumé**

Surveillance du comportement réel du barrage non seulement pendant la construction et pendant le remplissage, mais est nécessaire pendant l'exploitation des limites du barrage pour assurer le bon comportement de ces structures.

Cette étude a été menée sur les données du barrage terrestre, fontaine de gazelle, situé dans la commune de Loutaya, au nord de l'état de Biskra, récemment. Dans l'analyse nous nous appuyons principalement sur le traitement des valeurs d'auscultation disponibles pour le jugement et sur le comportement général du barrage et les phénomènes liés au développement des contraintes interstitielles et la mesure de la pression au niveau du noyau central du barrage ainsi que les courbes climatiques, de tassomètres et piézométrique.

Les résultats ont montré que le cas du barrage source de cerfs est exposé à de nombreuses fuites et pour les réduire, de nombreuses techniques doivent être introduites pour limiter le processus de fuite et afin de ne pas aggraver et provoquer une catastrophe dans le barrage que l'on ne pourra jamais maîtriser.

## **Summary**

Monitoring of the actual behavior of the dam not only during construction and during filling, but is necessary during operation of the dam boundaries to ensure the proper behavior of these structures

This study was conducted on the data of the land dam, fontaine de gazelle, located in the municipality of Lataya, north of Biskra, recently. The study aims to evaluate the behavior of the dam on the basis of interpretation. Monitoring procedures and recommendations to improve the general safety of the dam. In the analysis we rely mainly on treating the auscultation values available for judgment, the general behavior of the dam, the phenomena related to the development of interstitial stresses, and the measurement of pressure at the level of the central core of the dam. As well as climatic phenomena and the tassometry and piezometric curves.

The results showed that the case of the deer source dam is exposed to many leaks and to reduce them, many techniques must be introduced to limit the leakage process and in order not to aggravate and cause a disaster in the dam that we can never control.

## ملخص

مراقبة السلوك الفعلي لسد ليس فقط اثناء البناء وأثناء التعبئة ولكن من الضروري خلال تشغيل حدود السد لضمان حسن سلوك هذه الهياكل.

اجريت هذه الدراسة على البيانات الخاصة بسد الارضي منبع الغزلان الواقع في بلدية لوطاية شمال ولاية بسكرة في اونة الاخيرة تهدف الدراسة الى تقييم سلوك السد على اساس تفسير تدابير المراقبة وتقديم توصيات من اجل تحسين المستوى العام لسلامة السد. يعتبر تسرب مياه السد ومشكلة التوحد من بين مشاكله نعتد في تحليل بشكل اساسي على معالجة قيم التسمع المتاحة للحكم وعلى سلوك عام لسد والظواهر المتعلقة بتطور الضغوط الخلالية وقياس الضغط على مستوى اللب المركزي للسد وكذا الظواهر المناخية ومنحنيات مقاييس الضغط

اظهرت النتائج ان حالة سد منبع الغزلان يتعرض للعديد من التسربات وللحد منها يجب تدخل العديد التقنيات للحد من عملية التسرب و لكي لا تتفاقم وتحدث كارثة في السد لا نستطيع التحكم فيها ابدًا.

## Sommaire

Introduction générale: .....	1
------------------------------	---

### Chapitre I: Généralité de barrage

Introduction : .....	4
Généralité sur les barrages: .....	4
Définition de barrage: .....	4
Différent type de barrage: .....	5
Barrage en béton : .....	5
Barrage en remploi: .....	6
Barrage en terre: .....	8
Fondation des barrages: .....	11
Rupture des barrages: .....	12
Principales origines de rupture: .....	12
Types de ruptures: .....	13
Cause de rupture: .....	13
Utilité des barrages: .....	13
Avantages et inconvénients des barrages. ....	14
Barrages en Algérie: .....	16
Conclusion: .....	17

### Chapitre II: Description de l'aménagement du barrage fontaine des gazelles

Introduction : .....	19
Réalisation de l'ouvrage: .....	19
Localisation géographique du barrage: .....	20
Domaine morpho-structurale: .....	21
Situation géographique : .....	24
Hydrologie du site: .....	24
Caractéristiques hydrologiques du bassin versant: .....	24
Caractéristiques hydrologiques : .....	24
Caractéristiques climatiques du bassin versant : .....	24
Pluviométrie: .....	24
Températures: .....	27
Évaporation: .....	28
Apports solides: .....	29
CARACTERISTIQUE PRINCIPALES DE L'AMENAGEMENT : .....	30

Ouvrages Annexes : .....	31
Evacuateur de crues : .....	31
Prise d'eau : .....	31
Galerie de vidange de fond : .....	32
Etude Géologique: .....	33
Voile d'injection: .....	34
Types d'injection: .....	34
Conclusion : .....	36

### **Chapitre III: Analyse de l'évolution du comportement du barrage fontaine des gazelles**

Introduction : .....	38
Partie I : Surveillance des barrages .....	38
L'inspection visuelle .....	38
L'inspection à l'occasion des crues .....	38
Historique de la mise eau de la retenue .....	38
PARTIE 2 : Analyse de l'évolution du comportement du barrage .....	39
COMPORTEMENT MECANIQUE: .....	39
Tassements: .....	39
Déplacements planimétriques .....	40
COMPORTEMENT HYDRAULIQUE: .....	42
Piézométrie: .....	42
Piézométrie en fondation du barrage: .....	43
Calcul du gradient hydraulique (i) .....	44
Variations de niveau d'eau dans les piézomètres : .....	46
Variation du débit des fuites et niveau de lac en fonction de temps : .....	48
Répartition des niveaux des eaux d'infiltration : .....	48
Conclusion: .....	52
Conclusion générale: .....	53
Recommandations: .....	54
Annexe: .....	57

## Liste des figures

FIGURE I.1: BARRAGE POIDS.....	6
FIGURE I.2 : BARRAGE VOUTE .....	6
FIGURE I.3 : BARRAGE A CONTERFORTS.....	7
FIGURE I.4: CATEGORIES DES BARRAGES EN REMBLAI.....	8
FIGURE I.5 : COUPE TRANSVERSALE D’UN BARRAGE EN ENROCHEMENT .....	8
FIGURE I.6 : BARRAGE EN TERRE.....	10
FIGURE I.7 : BARRAGE EN TERRE HOMOGENE AVEC DRAIN .....	10
FIGURE I.8: BARRAGE ZONE .....	11
FIGURE I.9: RUPTURE DU BARRAGE DE TETON .....	14
FIGURE I.10: UTILITE DES BARRAGES.....	14
FIGURE II.1 : LOCALISATION DU BARRAGE FONTAINE DES GAZELLES.....	20
FIGURE II.2: VUE SATELLITAIRE DE LA STATION D’ETUDE DU BARRAGE FONTAINE DES GAZELLES. ....	21
FIGURE II.3: BASSIN VERSANT D’OUED EL HAÏ : CARTE PEDOLOGIQUE.....	22
FIGURE II.4 : PLUVIOMETRE .....	25
FIGURE II.5 : PLUVIOMETRE 2017/2018 .....	26
FIGURE II.6 : CARTE PLUVIOMETRIQUE BARRAGE DE LA FONTAINE DES GAZELLES (SOURCE : EXTRAIT DE LA CARTE DE PLUIES MOYENNES ANNUELLES DU NORD D’ALGERIE (ANRH, 2005) .....	26
FIGURE II.7: TEMPERATURE 2017/2018 .....	27
FIGURE II.8: MOYENNES MENSUELLES DE VITESSE DU VENT DE BISKRA 1986/2010.....	28
FIGURE II.9: EVAPORATION 2017/2018 .....	29
FIGURE II.10 : APPORT SOLIDE 2017/2018.....	30
FIGURE II.11 : COUPE TYPE DU BARRAGE.....	30
FIGURE II.12 :EVACUATEUR DE CRUES .....	31
FIGURE II.13: PRISE D’EAU .....	32
FIGURE II.14 : TUNNEL DE LA VIDANGE DE FOND.....	32
FIGURE II.15: CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D’ETUDE BISKRA (EXTRAIT DE LA CARTE DU SOL D’ALGERIE BISKRA PUBLIE EN 1938) .....	33
FIGURE II.16: VOILE D’INJECTION.....	34
FIGURE II.17 : RIDEAU D’INJECTION .....	36
FIGURE III.1: EVOLUTION DE NIVEAU D’EAU DANS LA RETENUE.....	39
FIGURE III.2 : VARIATION DE LA COTE TASSOMENT EN FONCTION DE TEMPS (TASSO N°9).....	40
FIGURE III.3: TASSOMETRRE .....	41

FIGURE III.4: SONDE PIEZOMETRIQUE .....	42
FIGURE III.5: TASSMONTE EN ROUGE ET PIEZOMETRE EN BLEU.....	42
FIGURE III.6: VARIATION DE LA COTE PIEZOMETRIQUE EN FONCTION DE LA COTE DE RETENUE DU BARRAGE 2019 .....	43
FIGURE III.7 : VARIATION DE LA COTE PIEZOMETRIQUE EN FONCTION DE LA COTE DE RETENUE DU BARRAGE 2020. ....	43
FIGURE III.8: CELLULE DE PRESSION INTERSTITIELLE .....	44
FIGURE III.9 : SCHEMA DE LA DISPOSITION DES PIEZOMETRES.....	45
FIGURE III.10: VARIATIONS DE NIVEAU DANS LES PIEZOMETRES SUR LE PROFIL1 .....	46
FIGURE III.11: VARIATIONS DE NIVEAU DANS LES PIEZOMETRES SUR LE PROFIL2 .....	46
FIGURE III.12: VARIATIONS DE NIVEAU DANS LES PIEZOMETRES SUR LE PROFIL3. ....	47
FIGURE III.13: VARIATION DU DEBIT DES FUITES ET NIVEAU DE LAC EN FONCTION DE TEMPS .....	48
FIGURE III.14 : REPARTITION DES NIVEAUX DES EAUX D'INFILTRATION SUIVANT LA COUPE EN TRAVERS SECTION PRINCIPALE 1 .....	50
FIGURE III.15: REPARTITION DES NIVEAUX DES EAUX D'INFILTRATION SUIVANT LA COUPE EN TRAVERS SECTION PRINCIPALE 2 .....	50
FIGURE III.16: REPARTITION DES NIVEAUX DES EAUX D'INFILTRATION SUIVANT LA COUPE EN TRAVERS SECTION PRINCIPALE 3 .....	51

## Liste des tableaux

TABLEAU I.1: LES BARRAGES ALGERIENS DE PREMIERE GENERATION: .....	18
TABLEAU II.1 : PLUVIOMETRE DE (2017/2018) .....	25
TABLEAU II.2: TEMPERATURE 2017/2018 .....	27
TABLEAU II.3: EVAPORATION 2017/2018 .....	28
TABLEAU II.4: APPORT SOLIDE 2017/2018.....	29

### Introduction générale:

L'eau est un élément essentiel, indispensable pour la vie et pour le développement socio-économique réel et durable de tout pays.

Dans ce dernier siècle évidemment, l'augmentation de la population mondiale a entraîné un accroissement de la demande une grande attention a été accordée à la création de grandes réserves.

D'eau par le biais de la construction des barrages. un barrage, et un ouvrage artificiel coupant le lit d'un cours d'eau et servent soit à pourvoir à l'alimentation en eau à l'irrigation des cultures, ou bien à produire de l'énergie. Il existe plusieurs types de barrages en terre dont la construction a connu un développement majeur et poussé par l'accroissement.

De la demande d'alimenter la population en eau. Ce sont des constructions spécifiques qui en cas de rupture peuvent causer des catastrophes immenses. Ils peuvent être affectés par un ensemble de désordres, perte d'étanchéité, glissement, érosion qui influent sur leur performance.

Pour garantir un niveau élevé de sécurité et pour minimiser les risques éventuels d'endommagement, il faut assurer une grande stabilité à l'ouvrage. Les barrages en remblais sont les barrages les plus répandus dans le monde, ils représentent environ 70% Des grands barrages: leur grande proportion s'explique par leur simplicité de construction, et leur faible coût de construction.

La conception des barrages est une tâche difficile et compliquée, elle intègre les nombreux paramètres et critères, aussi bien. Telle que la géologie du site, le paramètre hydrologique, la qualité des matériaux.

La sécurité des barrages en remblais ne dépend pas seulement d'une construction adéquate, mais aussi de la surveillance du comportement réel, non seulement, pendant la mise en eau, mais tout au long de l'exploitation des barrages pour s'assurer du bon comportement de ces ouvrages.

Les tassements qui se produisent dans différentes zones du barrage sont préalablement évalués lors des études initiales. L'instrumentation, par le biais de l'auscultation permet, entre autres de mesurer ces déformations et de les prévenir provoquées par l'augmentation des contraintes totales, les contraintes effective et la pression d'eaux pendant la construction, et pendant le remplissage. La modélisation joue un rôle nécessaire pour étudier le comportement d'un barrage.

Notre mission dans cette étude est d'étudier le comportement de barrage de la fontaine des

## **Introduction générale**

---

gazelles (Biskra) et la stabilité du barrage.

L'outil utilisé est programme Excel. Ce travail vise à 3 buts :

- Ce barrage est considéré comme une source d'eau pour la région Sud en raison de son bon emplacement car il alimente la zone désertique du côté de l'eau.
- L'eau du barrage est utilisée pour l'irrigation dans la région, et à la place, nous atteignons la prospérité dans l'agriculture parce que l'eau du barrage Fontaine Des Gazelles est utilisée à des fins agricoles uniquement.
- Le barrage calme la région et contribue à l'augmentation des précipitations c'est pour préserver les stocks de pluie dans le barrage.

Pour aboutir à tous ces objectifs, le mémoire a été structure en trois chapitres à savoir :

- Chapitre 01: Généralité sur le barrage
- Chapitre 02: Description de l'aménagement du barrage Fontaine Des Gazelles
- Chapitre 03: Analyse de l'évolution du comportement du barrage Fontaine Des Gazelles

Nous clôturons ce mémoire par une conclusion générale donnant une synthèse des résultats.



**CHAPITRE I:**  
**GENERALITES SUR LE BARRAGE**

**Introduction :**

Dans ce chapitre, nous parlerons d'abord du concept de barrage et de ses types, et passerons sur le type de barrage que nous étudierons dans cet article, et dans un second temps nous fournirons des informations sur les barrages en Algérie.

**I. Généralité sur les barrages:****i. Définition de barrage:**

Les barrages sont l'une des plus grandes installations hydrauliques que les humains mettent en œuvre sur des rivières permanentes ou des vallées saisonnières afin de stocker leur eau, de réguler son débit, de conjurer les dangers d'inondations et de sécheresses, d'utiliser l'eau pour produire de l'énergie électrique propre et de compenser la pénurie d'eau potable, les usages domestiques, l'industrie, le tourisme et l'agriculture irriguée, Réguler la navigation fluviale et préserver l'environnement. Les barrages sont installés à une hauteur relativement faible sur les rives de la mer afin de parer aux risques de marée, comme c'est le cas aux Pays-Bas, et ils sont installés sur de grands fleuves afin de parer aux risques d'inondations et de protéger les terres basses habitées environnantes. Et puis appelé barrages de protection.

Le barrage se compose principalement du corps de la paroi du barrage, de la sortie de fond, de la prise d'eau et du déversoir. Le corps du barrage est généralement exécuté dans la gorge la plus étroite fournie par la nature sur le cours de la vallée, afin de réduire au minimum le volume et le coût des travaux de barrage, à condition que le cours de la vallée s'élargisse avant le site du barrage pour former le réservoir d'eau approprié. Ce ruisseau est censé fournir une ressource en eau adéquate qui justifie la construction du barrage. Dans certains cas particuliers, l'eau peut être acheminée vers le réservoir à partir d'une source d'eau proche par pompage si cela est techniquement et économiquement réalisable. On suppose également que le site du barrage doit avoir les conditions géologiques pour résister aux contraintes qui lui seront appliquées en plus de la disponibilité de conditions hydrogéologiques appropriées pour assurer l'intégrité des fondations du barrage et du lac de stockage afin de réduire les pertes d'eau à un niveau économiquement acceptable.

Quant à l'entrée d'eau et à la sortie inférieure, ce sont des installations de tubes qui sont exécutées sous le corps du barrage ou sur l'un des accotements de la vallée afin de transférer l'eau du lac du barrage vers la zone située derrière le corps du barrage en toute sécurité, et cela en les équipant de portes appropriées pour contrôler la quantité d'eau nécessaire à l'usage qui lui est assigné. Ces deux installations peuvent être combinées en une seule installation dans certains cas, en particulier dans les petits et moyens barrages.

Quant au déversoir, il s'agit d'une installation qui fonctionne comme une soupape de sécurité, de sorte que le lac du barrage dispose de l'eau qui dépasse son volume de stockage maximal approuvé, en particulier les eaux de crue, en l'évacuant en toute sécurité vers la zone située derrière le barrage ou vers une vallée voisine[4].

#### **Une autre définition d'un barrage:**

Les barrages sont des installations et des barrières de plus de 15 mètres de haut installées au-dessus d'une vallée ou d'une basse afin de réserver de l'eau pour les préserver.

Pour une utilisation à court ou à long terme dans le sens de les préserver pour des utilisations futures, il est l'un des plus anciens installations d'eau connues par l'homme[2].

#### **i. Différent type de barrage:**

On distingue deux types de barrages selon les matériaux qui les composent. les barrages en matériaux meubles ou semi-rigides appelés barrages en remblai, peuvent être en terre ou en enrochement. Parmi les barrages en maçonnerie ou en béton on distingue plusieurs catégories, selon leur mode de conception

##### ➤ **Barrages rigides :**

- Barrages poids
- Barrages voutes
- Barrages à voutes multiples
- Barrages à contreforts

##### ➤ **Barrages souples :**

- Barrages en terre
- Barrages en enrochement

#### **1. Barrage en béton:** Les barrages en béton se partagent en trois groupes

**Barrage poids :** comme son nom l'indique, résiste à la poussée de l'eau par son propre poids.

La plupart des barrages poids sont massifs et pleins avec un profil triangulaire. Le parement aval est vertical ou légèrement incliné, quant au parement aval il est incliné avec un fruit de talus de (75 à 80%) [5].

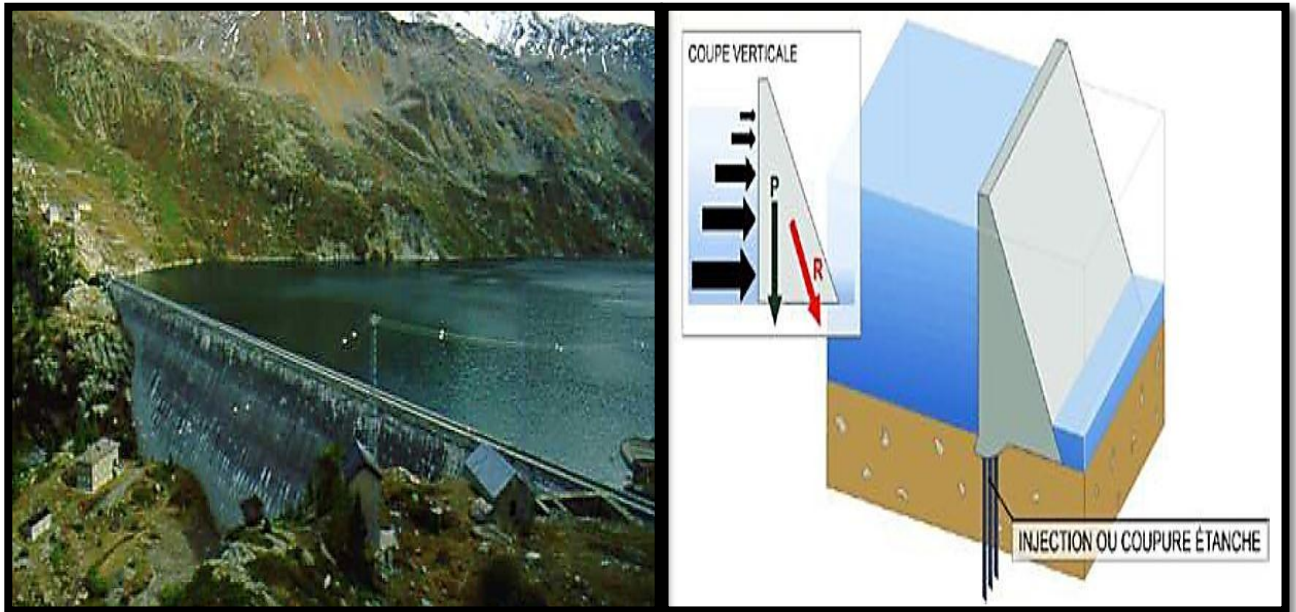


Figure I.1:Schéma d'un barrage en béton -type poids[6].

**Barrage voûte :** Le barrage est constitué d'un mur en béton arqué. La poussée de l'eau est reportée sur les flancs de la vallée. Le barrage a parfois une double courbure verticale et horizontale. Lorsque toutes les conditions nécessaires sont réunies, il permet d'économiser un volume de béton important[5].

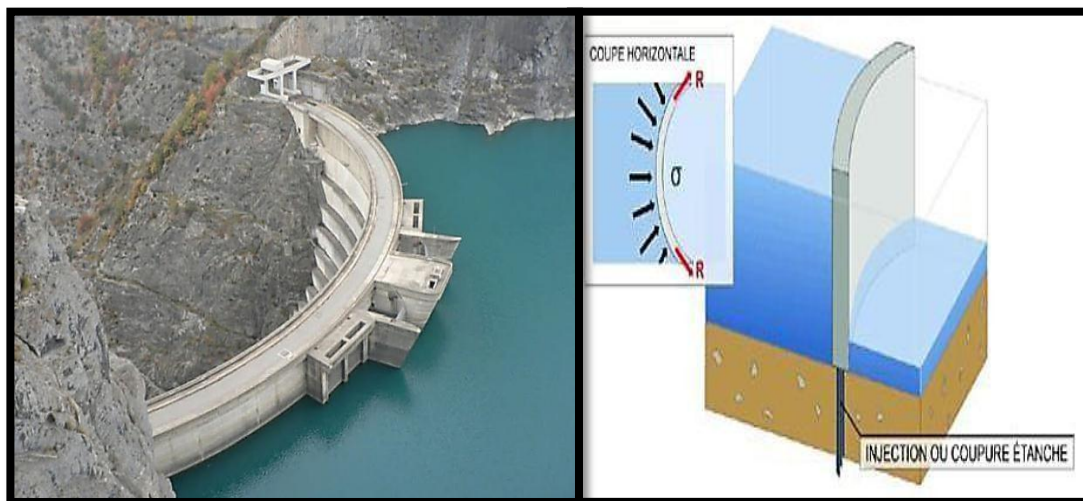


Figure I.2 : Schéma d'un barrage en béton-type voûte[6].

**Barrage à contreforts :** résiste à la poussée de l'eau par son poids propre, mais un certain nombre de dispositions permettent de diminuer le volume de béton par rapport au barrage poids. Ces contreforts conduisent les efforts jusqu'aux fondations, qui doivent être de qualité permettant des sollicitations élevées, et sont des éléments stabilisateurs de l'ouvrage[5].

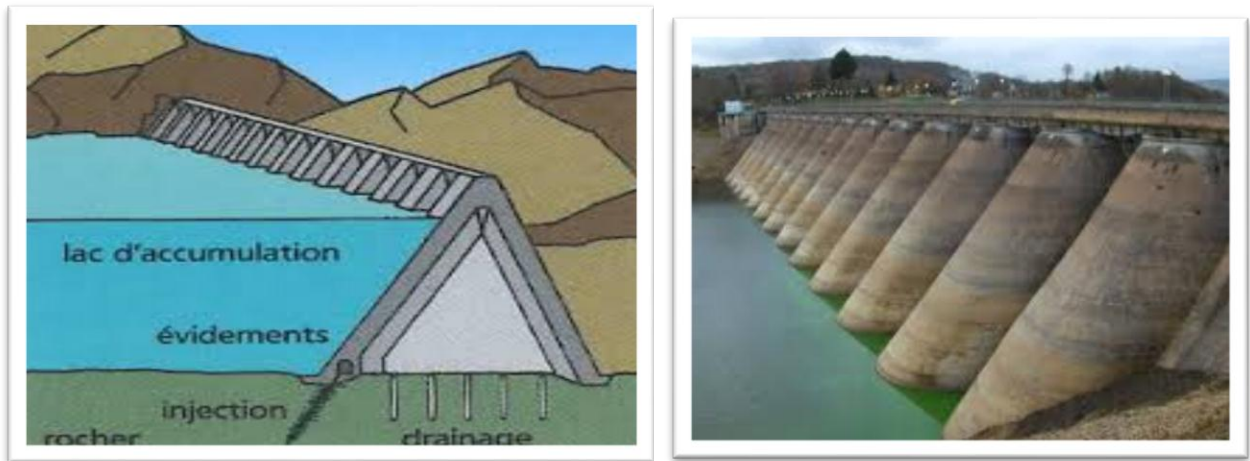


Figure I.3 : Barrage à contreforts[7].

## 2. Barrage en remblai :

Il s'agit d'ouvrages de grand volume dont la construction a été rendue possible par l'emploi des engins modernes de terrassement et de manutention. On choisit ce type d'ouvrage lorsque la vallée est trop large et lorsqu'on trouve les matériaux sur place ou à faible distance. Ce type de barrage constitué de terre ou d'enrochements comporte généralement un noyau central d'argile qui assure l'étanchéité. Dans certains ouvrages, l'étanchéité est assurée par un masque amont en béton ou une géomembrane interne. Cette technique a également été utilisée pour la construction de retenues de moyenne capacité[5].

On distingue deux catégories de barrage en remblai :

- Les barrages en terre, réalisés à partir de sols naturels meubles prélevés à proximité du site de l'ouvrage.
- Les barrages en enrochement, dont la majeure partie est constituée de matériau de carrières concassé.

La figure : représente les sous types de barrage, pour les deux catégories de barrages en remblai en fonction du matériau de construction, et du dispositif d'étanchéité[5].

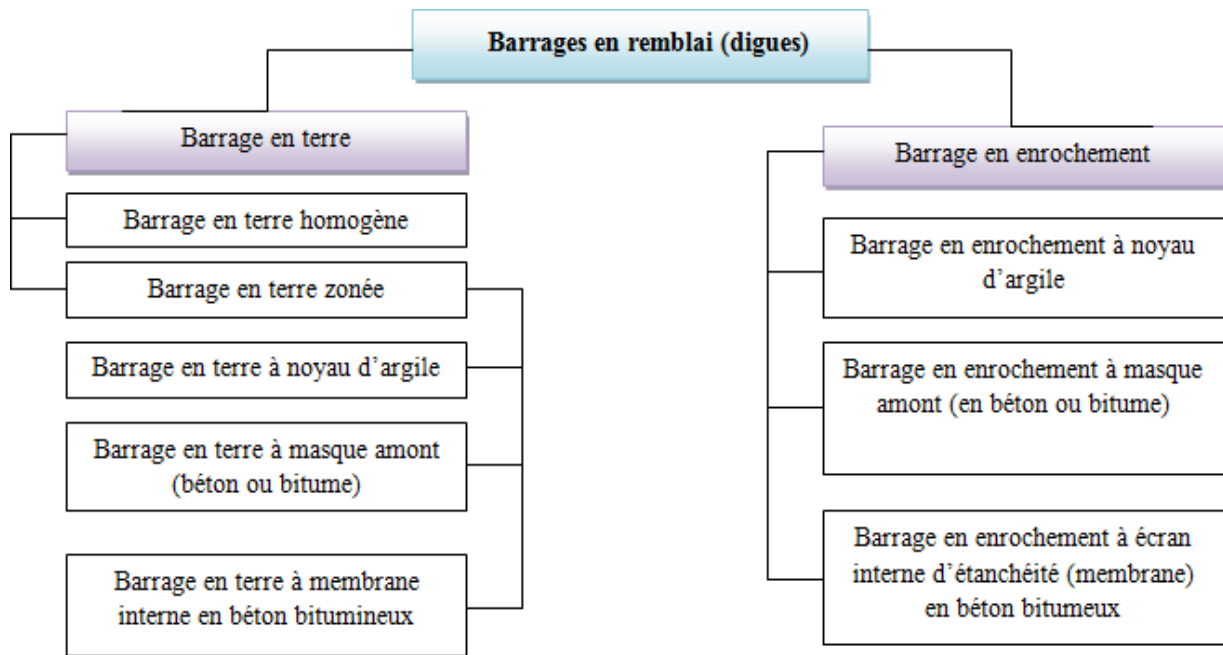


Figure I.4: Catégories des barrages en remblai

**Barrage en enrochement:**

Un barrage en enrochement n'est pas autre chose qu'un tas de cailloux à grande échelle, qui résiste par sa masse aux efforts auxquels il est soumis, Mais n'étant pas étanche par lui-même, il faut lui adjoindre un organe d'étanchéité qui constitue la partie la plus délicate, aussi bien au stade du projet qu'à celui de la réalisation[9].

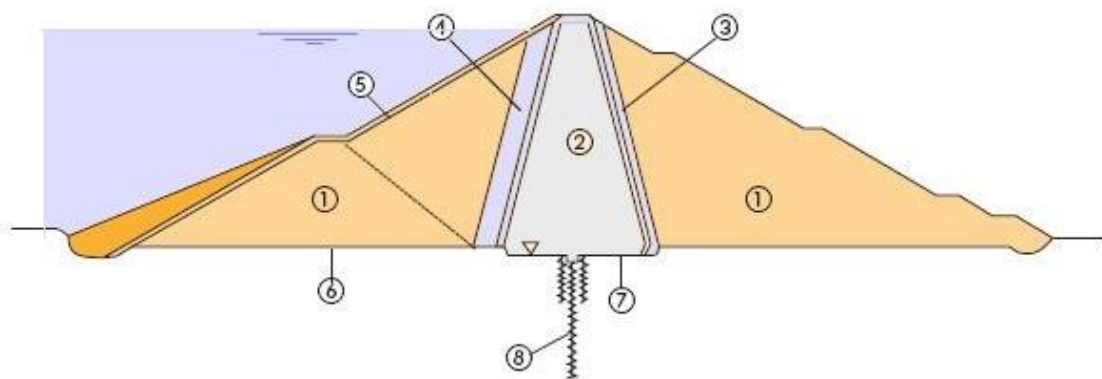


Figure I.5 : Coupe transversale d'un barrage en enrochement[9]

**Légende:**

- 1) Enrochement, taille maximale 1000mm
- 2) Noyau étanche en matériau limoneux et argileux

- 3) Filtres-drains en matériau grossier et en matériau fin, de 2,0 mchacun
- 4) Zone de transition, granulométrie maximale du matériau 150mm
- 5) Rip-rap
- 6) Fondation en blocaille naturelle
- 7) Fondation sur terrain en place
- 8) Voile d'étanchéité

### **Barrage en terre:**

#### **Introduction:**

Les barrages en terre peuvent être constitués par des matériaux de caractéristiques divers, à la différence des barrages en béton ou même en enrochement dont les matériaux constitutifs restent contenus dans des fourchettes beaucoup plus étroites

Une solution, et parfois même la seule solution, est la construction de la digue à partir de matériaux se trouvant dans le site du barrage projeté

D'une manière générale si l'on dispose sur place et en quantité suffisante de matériau terreux permettant d'obtenir après compactage des conditions d'étanchéité et de stabilité satisfaisantes. Ainsi le type de barrage le plus facile à réaliser est le barrage homogène[9].

#### **Définition:**

Le terme « terre » doit être, pour les ingénieurs, pris dans le sens le plus large du mot et sert à désigner toute sorte de matériaux terreux comprenant non seulement les différents sols définis par le pédagogue, mais aussi l'ensemble des matériaux provenant de la désagrégation ou de la décomposition des roches.

Les barrages en terre sont des murs de retenue d'eaux suffisamment étanches construits avec la terre et les matériaux du site suivant des mélanges et des proportions bien définies.



Figure I.6 : Barrage en terre

- **Classification des barrages en terre:**

Les barrages en remblai de terre se classent:

**Barrage homogène:**

Ce sont des barrages constitués d'un seul matériau qui garantit l'imperméabilité et la stabilité, accompagné de dispositifs de drainage contre la filtration (Figure). Le remblai est constitué de matériaux du type argile, argile sablonneuse, limons, sable limoneux, etc[11].

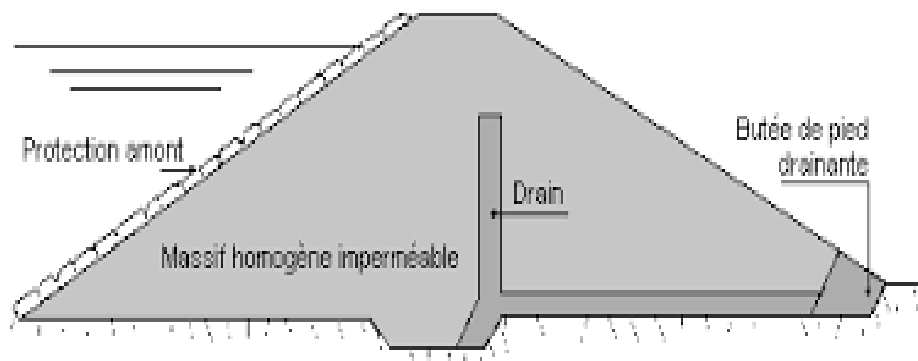


Figure I.7 : Barrage en terre homogène avec drain

**Barrage hétérogène ou zoné:**

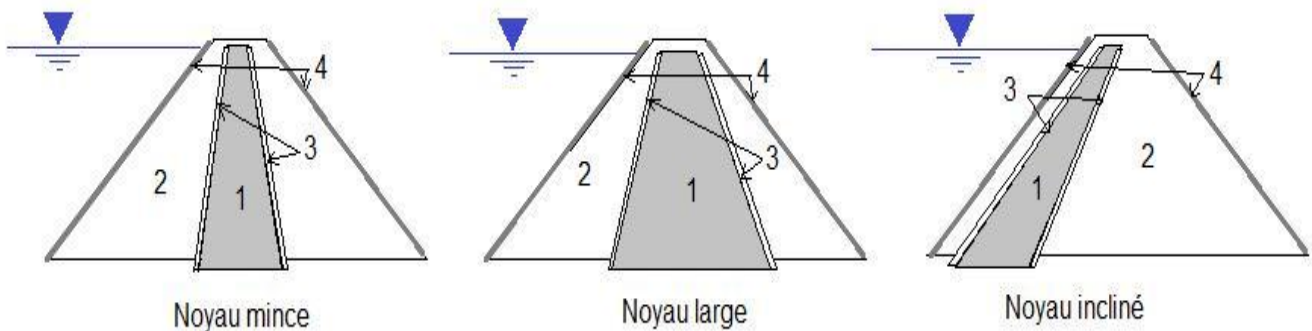
Ce sont des barrages composés d'une zone centrale, appelée noyau, qui assure le rôle d'étanchéité. Placée au cœur du remblai, le noyau (vertical ou incliné) est constitué de matériaux argileux imperméables, d'épaisseur variable généralement plus large à la base à cause des pressions interstitielles plus fortes. La fonction de stabilité est apportée par les

recharges la figure I.8. Ces massifs plus perméables que le noyau sont réalisés en enrochements, ou en terre plus grossière. Pour se prémunir contre des phénomènes d'érosion interne, le noyau est entouré de couches filtrantes. Une granulométrie spécialement étudiée est utilisée entre la taille très petite des grains d'argile et les grains bien plus grossiers des recharges. Plusieurs couches de filtres successifs sont généralement nécessaires. Les filtres sont décrits dans la section 4.1.

L'épaisseur du noyau dépend :

- D'une largeur minimale en crête pour le passage des engins
- De la disponibilité des terres imperméables
- Du gradient hydraulique en contact avec la fondation

Parmi les plus hauts barrages du monde, Nourekau Tadjikistan, est un barrage en remblai zoné qui atteint 304 mètres de hauteur[11].



1 : Noyau ,2 : Recharges ,3 : Filtres, 4 : Protection de talus (Rip-rap)

Figure I.8: Barrage zoné

### Barrage à masque :

Sur des sites particuliers où aucune terre imperméable n'est disponible et où seuls les enrochements sont dominants, Le corps du barrage est donc construit avec un matériau quelconque pour autant qu'il soit peu déformable et pouvant assurer la stabilité au glissement de l'ensemble de l'ouvrage. Le masque qui assure l'étanchéité peut être en béton, en produits bitumineux ou en géo-membrane. La présence de ce masque sur le parement amont présente un double avantage de pouvoir faire des réparations en cas de dégradation du masque et de permettre de faire des vidanges rapides sans risque de glissements[5].

### i. Fondation des barrages:

#### Fondation meuble :

Où l'étanchéité est plus importante c'est-à-dire une faible perméabilité par conséquent

l'infiltration de la fondation est très faible.

Des fondations argileuses impliquent presque automatiquement le choix de barrages en remblai, avec des pentes de talus compatibles avec les caractéristiques mécaniques des formations en place[12].

#### **Fondation rocheuse :**

Sauf en cas de roches très fissurées ou de caractéristiques très médiocres, les fondations rocheuses se prêtent à l'édification de tous types de barrages, moyennant des dispositions adéquates concernant la purge des matériaux très altérés et le traitement éventuel par injection. L'aspect important est le régime des fractures (failles, joints, diaclases, schistosité). Les barrages en remblai conviennent toujours. Pour les autres, les exigences vont en croissant du BCR, au béton conventionnel et à la voûte[12].

#### **Fondations graveleuses :**

Ce type de fondation utilisé pour les barrages en remblai (en terre ou en enrochement). Les infiltrations et les fuites sont contrôlées par des instruments qui assurent l'étanchéité. Dans la pratique, ce type de fondation se rencontre surtout pour les rivières ou fleuves à débit important. L'ouvrage doit donc évacuer des crues importantes, ce qui exclut les barrages en terre. Des barrages en béton de très petite hauteur peuvent également être édifiés moyennant des précautions concernant les fuites et les percolations (risque de renard) et les tassements différentiels[12].

#### **Fondations sablo-silteuses :**

Des fondations de silt (limon) ou de sable fin peuvent convenir à l'édification de barrages en terre, voire exceptionnellement à de très petits barrages poids en béton moyennant de sérieuses précautions[12].

### **ii. Rupture des barrages:**

#### **1. Principales origines de rupture:**

Selon le type de barrages en remblai ou en béton et à partir la C.I.G.B (commission international des grands barrages) on a ces causes[6] :

- **Barrage en remblai:**

- submersion du barrage par une crue à cause d'une mauvaise estimation de la crue, ou d'un mauvais fonctionnement des vannes.
- le phénomène de renard au niveau du contact fondations-barrage ou fondation-ouvrages annexes.
- glissement des talus du barrage.

- liquéfaction du remblai par un séisme.
- risque de tassement.
  - **Barrage en béton:**
- les discontinuités au niveau des fondations.
- mauvais ou insuffisance de drainage (pression interstitielle).
- le phénomène de renard au niveau des fondations.
- risque de tassement.
- vices de conception et de construction.
- renversement ou glissement des plots.

## 2. Types de ruptures:

On classe les types de ruptures en trois familles :

- la rupture au premier remplissage représentée 37%, elle prend beaucoup de temps selon la capacité du barrage.
- la rupture par déversement (submersion) représentée 37%, cette cause a diminué pour les barrages récents.
- la rupture pendant l'exploitation représentée 26%, la cause de cette rupture c'est le manque ou l'insuffisance d'entretien et de surveillance, on remarque que cette rupture touchée beaucoup plus les barrages en remblai[6].

## 3. Cause de rupture:

- L'érosion par le contact direct pourrait être produite, où l'eau était en contact avec les joints ouverts.
- L'infiltration par le matériel pourrait avoir causé l'érosion en arrière.
- Les roches volcaniques de site sont «fortement perméables et modérément intensément à joint».
- La présence des sols argileux légèrement plastiques, est fortement érodables[14].



Figure I.9: Rupture du barrage de Teton

### iii. Utilité des barrages:

- Production d'énergie hydroélectrique avec une production annuelle près de 20% de la production électrique totale dans le monde.
- Alimenter les villes par l'eau potable et irrigue les terres cultivées.
- Alimenter les usines par l'eau.
- Protection contre le risque de l'inondation et l'incendie.

Les objectifs secondaires sont :

- L'augmentation de tourisme et loisirs.
- Les travaux de navigations, pêches et pisciculture (élevage des poissons)[15].

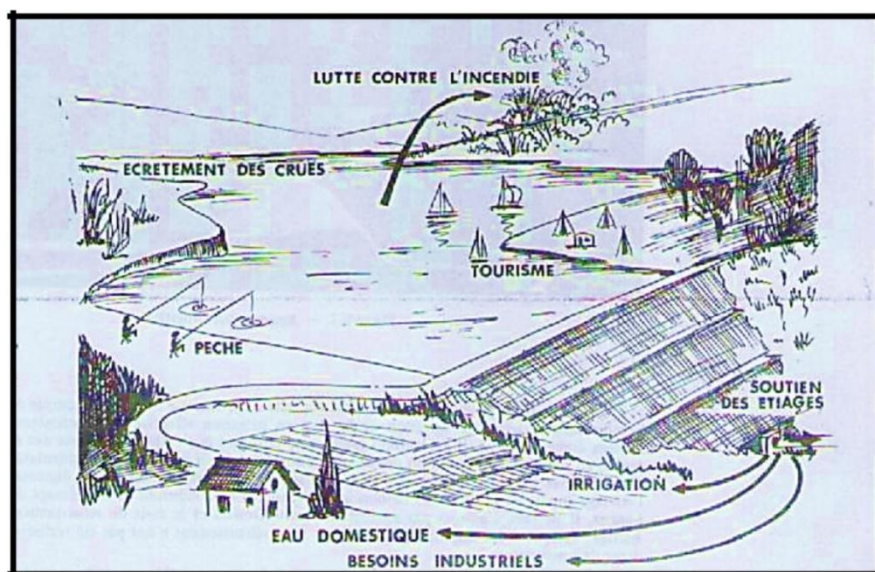


Figure I.10: Utilité des barrages[15].

**iv. Avantages et inconvénients des barrages.****Barrage en poids:****Avantage:**

- ✚ Faibles contraintes dans le béton.
- ✚ Faibles contraintes transmises par la fondation au rocher.
- ✚ Les variations de températures ne produisent que de faibles variations de contraintes.
- ✚ L'évacuateur de crue peut facilement combiner avec le barrage (diriger les crues directement par dessous).
- ✚ Le gradient des sous-pressions à travers la fondation est faible.
- ✚ Les points délicats sont : la résistance mécanique et l'étanchéité[9].

**Inconvénients:**

- ✚ Les sous-pressions sont importantes dans la fondation.
- ✚ Moyen risque de tassement.
- ✚ Le volume du béton est important (pour le barrage-poids évidé, il est plus faible).
- ✚ Le volume d'excavation de la fouille est important.
- ✚ Fragilité au séisme (si les joints entre les blocs ne sont pas faits par injections).
- ✚ L'échauffement du béton par la prise du ciment est assez problématique[9].

**Barrage à contrefort:****Avantage:**

- ✚ Les contraintes transmises par la fondation au rocher sont moyennes.
- ✚ Les sous-pressions au niveau de la fondation sont faibles.
- ✚ Le volume du béton est faible.
- ✚ L'échauffement du béton est faible.
- ✚ Les risques de tassements sont moyens[9].

**Inconvénients:**

- ✚ Très susceptible au séisme. La résistance à l'accélération

latérale est presque inexistante.

- ✚ La fouille est importante.
- ✚ Le gradient des sous-pressions au niveau de la fondation est localement très élevé.
- ✚ Les contraintes dues au gradient de température peuvent devenir importantes à la tête du contrefort[9].

### **Barrage voûte:**

#### *Avantage:*

- ✚ Le volume du béton est faible.
- ✚ La fouille est assez petite.
- ✚ La résistance au séisme est haute.
- ✚ Les sous-pressions au niveau de la fondation sont faibles (la surface de la fondation est petite)[9].

#### *Inconvénients:*

- ✚ Les contraintes sont importantes dans le béton et dans le rocher.
- ✚ Les forces sont transmises obliquement dans les appuis.
- ✚ Moyen risque de tassements.
- ✚ L'échauffement du béton par la prise du ciment est à considérer.
- ✚ L'intégration de l'évacuateur de crues (grands débits) dans le barrage est difficile.
- ✚ Le gradient des sous-pressions au niveau de la fondation est très grand.
- ✚ Les sous-pressions dans les fissures du rocher peuvent provoquer des glissements d'appuis[9].

### **Barrage en remblai:**

#### *Avantage:*

- ✚ économique à cause des matériaux de la construction.
- ✚ on peut contrôler d'une façon efficace l'écoulement de l'eau dans le barrage.
- ✚ petite sensibilité aux tassements et aux séismes.

✚ exécution simple[6].

**Inconvénients:**

- ✚ généralement ils ont une faible hauteur.
- ✚ leur utilisation est très limitée.
- ✚ il doit être un excellent compactage au noyau.
- ✚ grand possibilité au risque de glissement
- ✚ Garder un petit volume de Léau[6].

**v. Barrages en Algérie:**

Les barrages en Algérie ont commencé à être érigés à partir du 19ème siècle. A la fin de la période coloniale l'Algérie ne disposait que de 15 barrages sur tout le territoire (Tableau 1). Aujourd'hui après des investissements considérables dans le secteur de l'hydraulique, 79 barrages sont exploités et répartis entre les différentes régions du pays:

- ❖ 14 en region Ouest .
- ❖ 17 en region Chélif .
- ❖ 18 en region Centre.
- ❖ 30 en region Est.

Les projections à 2030 prévoient à ce que le nombre passera à 139 barrages avec une capacité de stockage de 12 milliards de m<sup>3</sup> sur l'ensemble du pays.

Les barrages en remblai sont des barrages constitués de matériaux meubles allant de l'argile fine à des éléments très grossiers (enrochement). Ils regroupent plusieurs catégories en fonction de la méthode employée pour assurer l'étanchéité. Ce type d'ouvrage très ancien est le plus communément utilisé, il représente près de 70% du parc mondial des barrages. En Algérie plusieurs barrages sont construits en matériaux meubles , c'est le cas des barrages Hammam Boughrara , Sidi abdelli , Cheffia, Guenitra, Beni Zid, Mexa, Zit El Emba, Fontaine des Gazelles, Deurdeur, Oued cherf, Foum El Gueiss, Ghrib, Bakhadda, Beni Amrane, ElAgem....[11].

Les barrages algériens de première génération:

Tableau I.1: les barrages algériens de première génération[18].

Nom	Oued	Année de mise en service	Volume initial (hm <sup>3</sup> )
O. Fodda	Fodda	1932	228
Boughzoul	Chelif	1934	55
Bakhadda	Mina	1936	56
Ghrib	Chelif	1939	280
Foum El Gueiss	Gueiss	1939	3,4
K'sob	K'sob	1940	12,4
Zardezas	Saf-Saf	1946	14,9
Beni Bahbel	Tafna	1946	63
Bouhanifia	Hammam	1948	7

**Conclusion:**

Nous concluons à la fin du chapitre que les barrages sont un réservoir d'eau qui est utilisé dans de nombreux domaines, irrigation, la pêche, l'industrie ... etc.

De là, on touche les barrages en général aux barrages en particulier, c'est-à-dire les barrages en Algérie et nous les avons mentionnés, Sidi abdelli, Foum El Gueiss, Fontaine des Gazelles.

**CHAPITRE II:**  
**DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT**  
**DU BARRAGE FONTAINE DES**  
**GAZELLES**

**Introduction :**

Ce présent chapitre consiste à décrire le barrage et ces ouvrages annexes et nous allons présenter les différentes caractéristiques hydrologiques, géologiques et géotechniques qui définissent le site de l'aménagement de Fontaine Des Gazelles.

**I. Réalisation de l'ouvrage:****Historique des travaux:**

- Début de construction :1986
- Année de mise en Eau :2000

Inauguré par son excellence le président de la république en date du 08/06/2001.

- Date de début d'exploitation : Janvier 2006 (ANBT, 2004)[17].

**Les travaux du barrage:**

Les travaux du barrage avaient débuté en février 1986 pour s'achever en mai 2000. Ils ont cependant connu un arrêt de trois (03) années (1990-1993) pour raison de transfert de deux (02) pipelines. Sa réalisation a été faite par deux entreprises, l'une étrangère, l'autre nationale :

- ✓ ENERGOPROJEKT (Yougoslavie) de 1986 à 1990 date de résiliation du contrat.
- ✓ HYDROTECHNIQUE (ENTH) (Algérie) de 1993 à2000.

L'étude, quant à elle, a été réalisée par :

- ✓ APD : Hydroconsult (Tchécoslovaquie).
- ✓ ILF (Autriche).
- ✓ TRACTABEL(Belgique)[17].

**Bureaux d'étude :**

- ✓ A.P.D : **HYDROCONSULT** Tchécoslovaquie
- ✓ Etude : **ILF** Autriche 1986-1990
- ✓ Etude : **TRACTEBEL** Belgique 1993-2000
- ✓ **Suivi des travaux : ANBT**

Le suivi des travaux était du ressort de l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT) (Algérie).

La réception provisoire de l'ouvrage a eu lieu le 25 mai 2000 et dans l'après midi de ce même jour se produisit une crue importante de Oued El Hai. Ceci semblait être un signe de bon

augure puisque le barrage opérait son premier déversement en mai et juin 2004, ce que bon nombre de barrages situés dans les régions les plus arrosées n'ont pas connu[17].

### Caractéristiques du Barrage :

Type : terre

Hauteur : 42.5m

Longueur crête : 370m

Largeur crête : 08.50m

Cote retenue Normale(R.N) : 384.00m

Cote Plus Hautes Eaux(P.H.E) :388.00m

Déversoir : SEUIL LIBRE : 3000m<sup>3</sup>/s Vidange de Fond : 21m<sup>3</sup>/s

Date de début d'exploitation : janvier 2006[17].

### I.1 Localisation géographique du barrage:

Le barrage de Fontaine Des Gazelles est situé sur l'Oued El Haï dans la wilaya de Biskra.

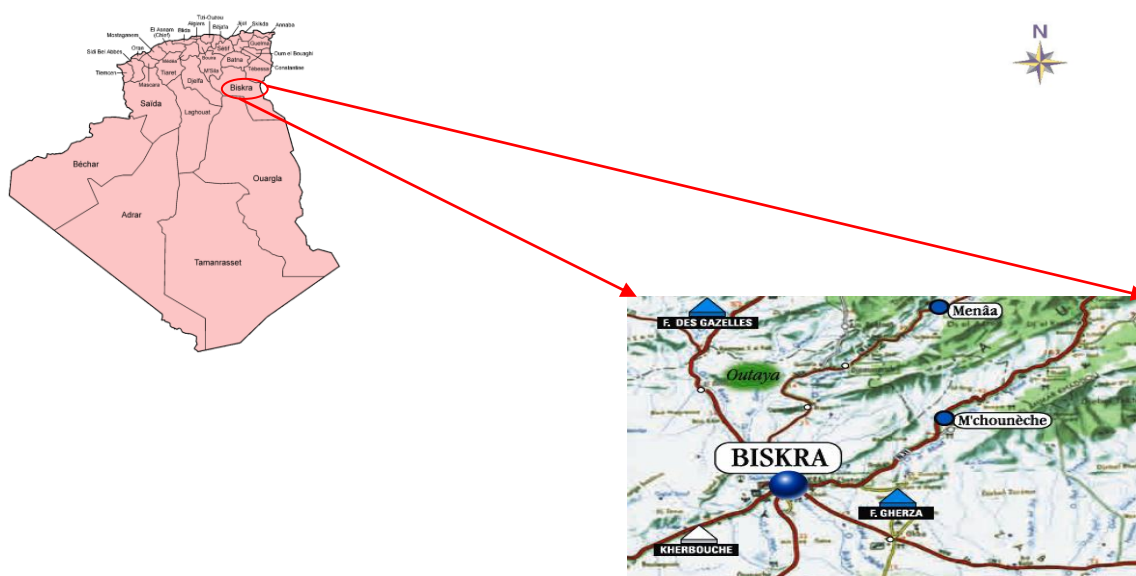


Figure II.1 : Localisation du barrage Fontaine Des Gazelles

Le barrage , fontaine de gazelle et Situé à une longitude de  $5^{\circ} 35' 52''$ E et une latitude de  $35^{\circ} 1' 59''$  N, le périmètre hydro agricole d'El Outaya s'étale au sud de la plaine du même nom, au pied du djebel Bou Rhzel, dit périmètre de M'Keinet dans la daïra de l'Outaya, wilaya de Biskra, d'une superficie globale de 1.137 ha dont 880 ha ont été équipés tout en prévoyant une superficie de l'ordre de 257 ha irrigués par piquage le long de l'adduction pour les ayant droit au niveau des différentes zones d'exploitation. Sur les 33.000 ha constituant la vallée d'El Outaya, 1.500 ha ont été déclarés aptes à la mise en valeur par une étude réalisée par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, (ANRH), au 1/100.000° en 1984. L'étude

plus fine réalisée cette fois ci au 1/20.000°, a ramenée la superficie apte à l'irrigation à seulement 880 ha. Ses limites sont [18]:

Nord : la ferme Driss Amor et la palmeraie de

la Smala. Sud : djebel Bou Rhzel.

Est : Route Nationale N°3 (Biskra - Outaya)

Ouest : Bled du Fourg[18].

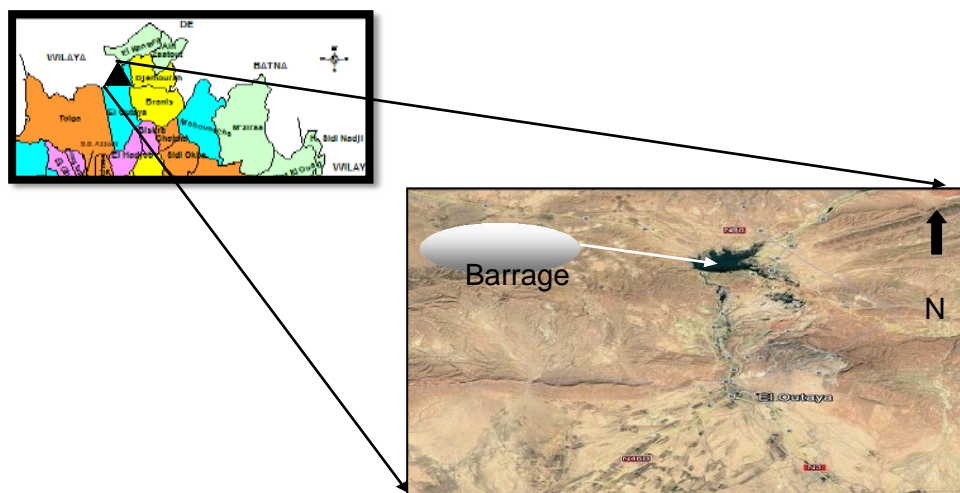


Figure II.2: Vue satellitaire de la Station d'étude du Barrage Fontaine des gazelles.

### Domaine morpho-structurale:

#### 1. Les synclinaux: le bassin versant de Oued El-Hai rejoint deux synclinaux:

##### 1.1. synclinale BATNA – AIN TOUTA:

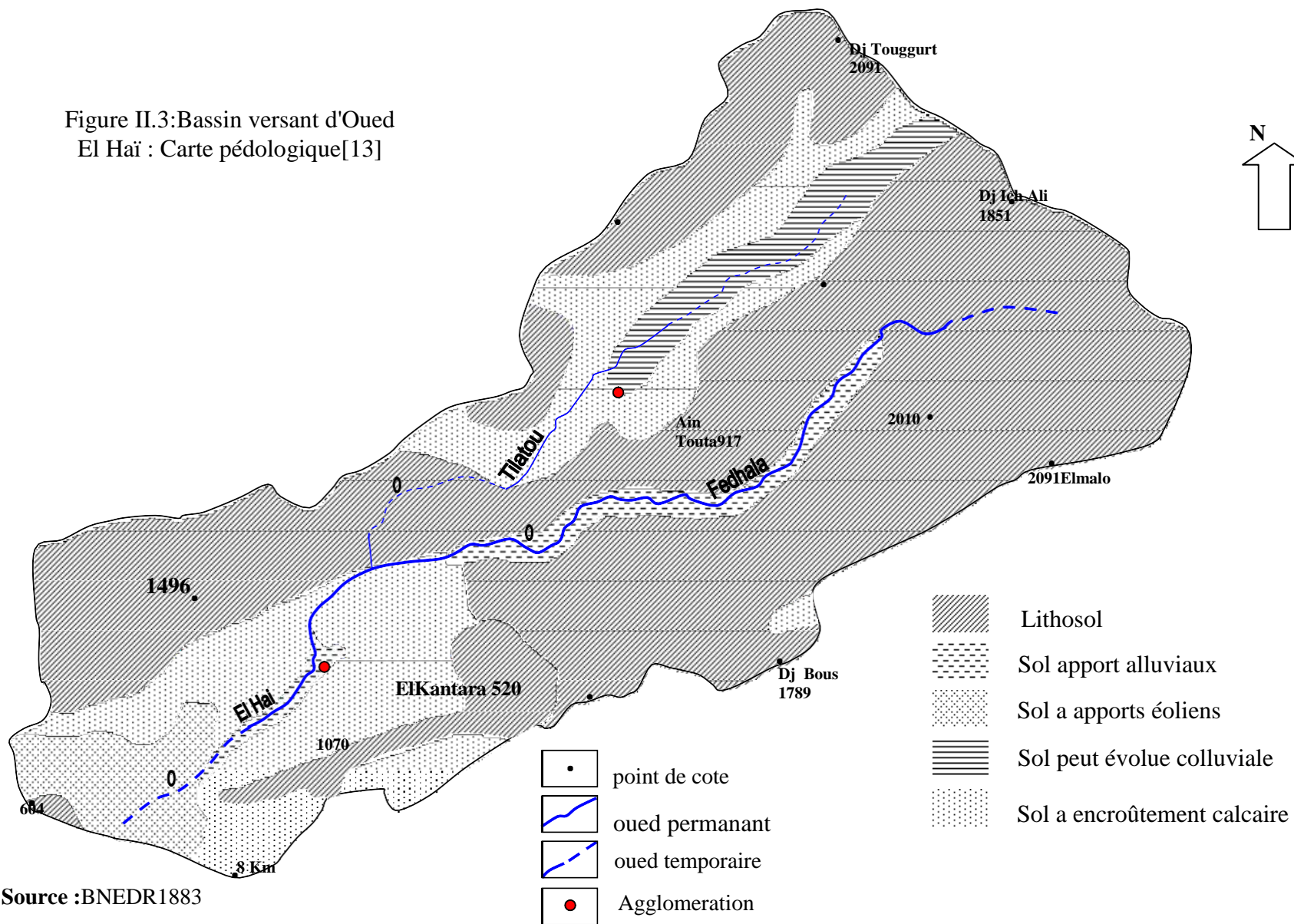
avec une direction NE-SW, est constituée essentiellement par des alluvions de quaternaire; avec des affleurements des marnes; qui sont surmontées par des assises détritiques continentales (conglomérat et grés).

##### 1.2. Synclinale d'EL-KANTARA:

citée par R. Guiraud, 1973. Les calcaires massifs de demi cluse d'El-kantara reviennent au Maestrichtien avec une épaisseur de 340 mètre vers le Sud, surmontée par des formations de l'oligocène, miocène et quaternaire ; formées essentiellement par des marnes, galets, alluvions, argile et sables (fig N°II.3).

A la base du flanc sud de Dj. Mimoun, on observe un affleurement de paléocène représentant des faciès de marnes rouges (25m), grés et poudingues d'après J.L.Ballai[13]

Figure II.3: Bassin versant d'Oued El Haï : Carte pédologique [13]



Source :BNEDR1883

**2. Les anticlinaux:** parmi les anticlinaux qui s'articulent autour du bassin versant, On peut citer :

**2-1. Le Metlili:** constitue un grand pli coiffé à combe complexe décrite par :

J. L. Ballais, prolongement sur 30 Km de long NE-SW et 9 Km de large (fig N°3). Le crétacé (Albien, sénonien), est recouvert en discordance par des assises miocènes, une fracture directionnelle effondre la voûte anticlinale contre un flanc sud très redressé.

**2-2. Dj. Tuggurt (Monts de Belezma) :** étudié par D. Bureau, 1972 : Ce massif d'environ 80 Km de long et largeur variable. Le flanc sud, verticale à inverse, et plus redressé que le flanc Nord, à l'est de Oued Châaba le jurassique plus ou moins extrudé chevauche le crétacé inférieur et par fois même le miocène marin vers le Sud Est.

**2-3. Dj. Ich Ali :** correspond à un bombement d'assises céno-mano-turonien avec un pendage généralement faible. Le passage de cette structure au synclinal de Batna -Ain Touta, est souligné par une faille directionnelle NE d'Ain Touta, l'axe de cet anticlinal s'oriente vers l'Est.

**3. Les Accidents Tectonique (failles) :** Le bassin versant représente deux types de failles selon leur tendance et leur direction.

**3-1. Accident NW-SE Metlili Ouest:** cette fracture qui barre la terminaison occidentale du Metlili réapparaît au NW de fontaine de gazelles entre ces deux points; elle n'est pas visible et se superposerait plus au moins à l'envoyage oriental du Mekrisane, anticlinal dont elle provoque la virgation vers les Sud-est et auquel fait suite à l'Est, le synclinal d'El-Kantara. Puis, décalé par une succession de cassures E-W (Bellion, 1972).

**3-2. Accidents NW-SE Metlili EST:** La conséquence de cet accident est l'affleurement du trias de la région de Mâafa (Guiraud 1971 et Bellion 1972).

**3-3. Accident NE-SW Souk-Ahras-Batna :** Il a été mis en évidence par Glangeaud, 1951, il se manifeste par la faille qui met en contact le miocène et le turonien du flanc NORD du Dj. Ich Ali son prolongement vers le SW a provoqué l'effondrement de la voûte de l'anticlinal du Dj. Metlili.

**3-4. Accident E-W :** Se trouve dans plusieurs structures essentiellement : - faille de direction E-W limitant le céno-manien du turonien sur le flanc sud de l'anticlinal Ich Ali (Bureau 1986)[13].

### 1. Situation géographique :

Le Barrage de Fontaine des Gazelles est situé à 35 kilomètres au Nord Est de la ville de Biskra.

- Début de construction : 1986
- Année de mise en Eau : 2000
- Inauguré par son excellence le président de la république en date du 08/06/2001[17].

#### I.2 Hydrologie du site:

##### 1. Caractéristiques hydrologiques du bassin versant:

La surface du bassin est de 1660 Km<sup>2</sup>, l'altitude max du bassin versant est 1440 m

##### 2. Caractéristiques hydrologiques :

Oued	: EL HAI
Capacité initiale	: 55,50 hm <sup>3</sup>
Capacité dernier levé (2004)	: 54,74 hm <sup>3</sup>
Apport moyen annuel	: 20,60 hm <sup>3</sup>
Volume Mort	: 7.00 hm <sup>3</sup>
Volume régularisé	: 14.00 hm <sup>3</sup>
Envasement annuel	: 0,25 hm <sup>3</sup> /an
Surface du bassin versant	: 1 660 km <sup>2</sup> [17]

##### 3. Caractéristiques climatiques du bassin versant :

###### 3.1 Pluviométrie:

La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin est de l'ordre de 380mm.

La zone d'étude se situe dans le domaine aride où la moyenne pluviométrique annuelle est très faible établie par SELTZER (1913-1938) à 155 mm et 35 jours de pluie, alors que l'office national de la météorologie (ONM) l'estime à 144 mm pour la période 1990-2000. La température moyenne annuelle est de 21° C et l'évaporation est de l'ordre de 2400 mm par an. Les facteurs climatiques sont responsables de toute action érosive; notamment les précipitations et leurs régimes spatio-temporelles, les températures et leurs variabilités; en vue de la préparation des matériaux avec les différents mécanismes physico-chimiques et mécaniques, ainsi que le rôle de l'humidité de sol et sa réaction sur le ruissellement[13].



Figure II.4 : pluviomètre

Tableau II.1: pluviomètre de (2017/2018)

<b>Moi</b>	<b>Pluviométrie</b>
<b>1</b>	<b>6.3</b>
<b>2</b>	<b>22.5</b>
<b>3</b>	<b>0</b>
<b>4</b>	<b>5.3</b>
<b>5</b>	<b>1.2</b>
<b>6</b>	<b>13.8</b>
<b>7</b>	<b>18.2</b>
<b>8</b>	<b>24.3</b>
<b>9</b>	<b>31.1</b>
<b>10</b>	<b>0</b>
<b>11</b>	<b>0</b>
<b>12</b>	<b>0</b>

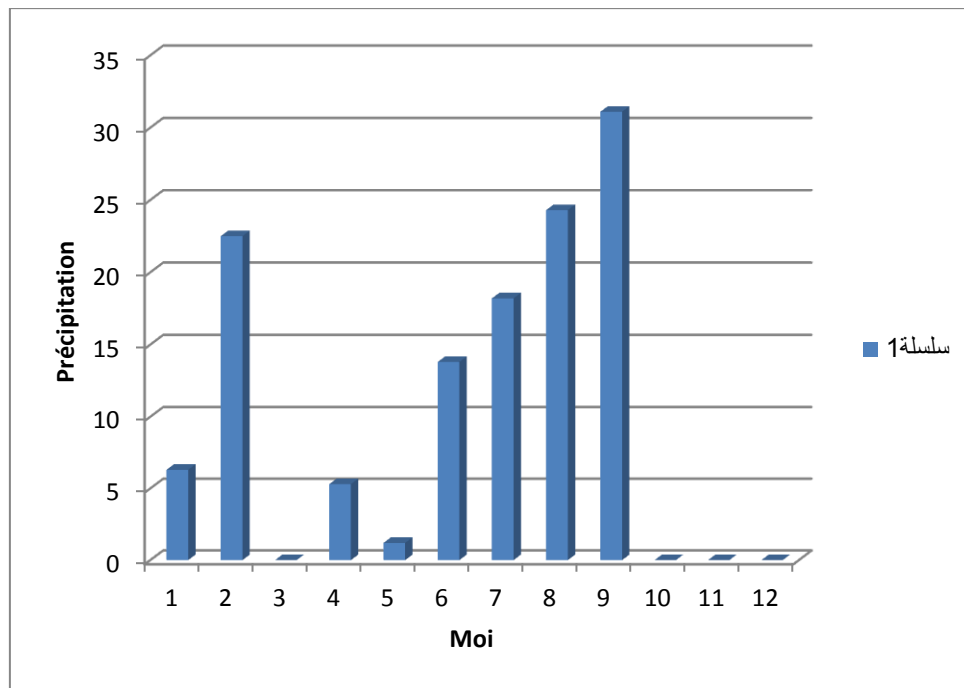


Figure II.5: pluviomètre 2017/2018

\*On remarque à travers les colonnes graphiques que le taux de précipitation est multiple. Au cours des deux premiers mois, le taux de précipitation augmente, puis diminue le mois suivant, puis revient à la normale jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de précipitations dans les trois derniers mois de l'année, ce qui confirme que la région est chaude et sèche et que le nombre de précipitations y est plus long ou presque en baisse .

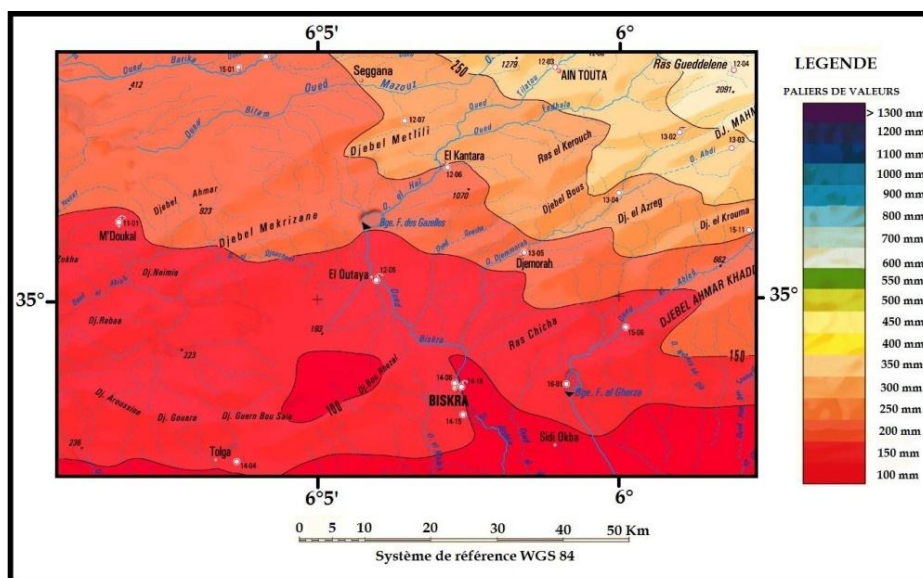


Figure II.6: Carte pluviométrique Barrage de la Fontaine des Gazelles (source : extrait de la carte de pluies moyennes annuelles du Nord d'Algérie (ANRH, 2005)[20].

### 3.2 Températures:

Le climat de Biskra est chaud et sec. Les minima absolus n'atteignent pas le zéro. D'après la série de valeurs de dix années enregistrées au niveau du Barrage de la Fontaine des gazelles, on constate que les mois les plus froids correspondent à janvier (11,74°C) et décembre (12,05°C). Cependant, les mois

Les plus chauds sont : juin (31,55°C), juillet (35,62°C) et août(34,37°C)[20].

Tableau II.2: température 2017/2018

Moi	Température
1	28
2	33
3	31
4	30
5	29
6	31
7	31
8	34
9	44
10	41
11	48
12	47

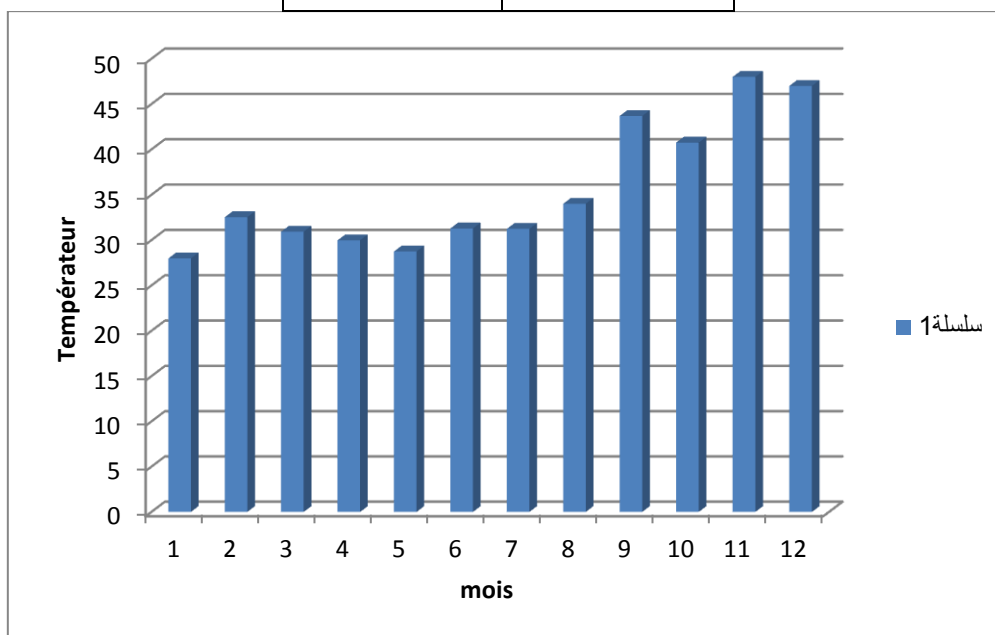
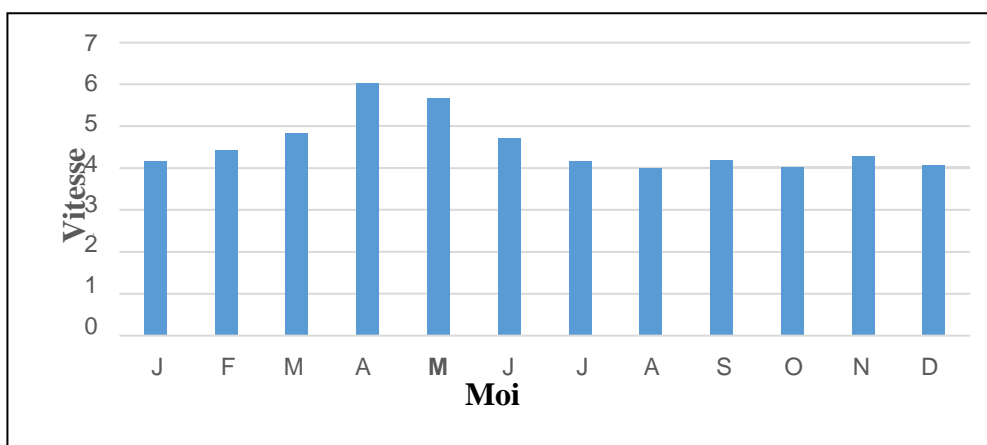


Figure II.7:température 2017/2018

\*Notez que le rapport de température dans la zone semble être proportionnel. S'il y a une différence, c'est une légère différence

### 3.3 Vent:

Selon la figure N°II.8, la vitesse maximale du vent est enregistrée au mois d'Avril, et la minimale au mois d'Août. Les vents les plus dominants dans la région sont ceux venant du nord-ouest pendant l'hiver ; Cependant le ciroco (Vent sec), qui vient du sud souffle en printemps et en été. Malgré les apparences, le Sahara n'est pas un pays venteux, mais un pays ou, par suite de sa dénudation, on ressent le plus facilement le vent



FigureII.8:moyennes mensuelles de vitesse du vent de Biskra 1986/2010

\*En outre, le taux des vents dans la région est presque constant, augmentant au cours des quatrième et cinquième mois de chaque année.

**3.4 Évaporation:** Cette l'évaporation est de l'ordre de 2400 mm par an[18].

Tableau II.3: Evaporation 2017/2018

Moi	Evaporation
1	0.472
2	0.376
3	0.266
4	0.221
5	0.243
6	0.19
7	0.296
8	0.293
9	0.362
10	0.661
11	0.976
12	0.783

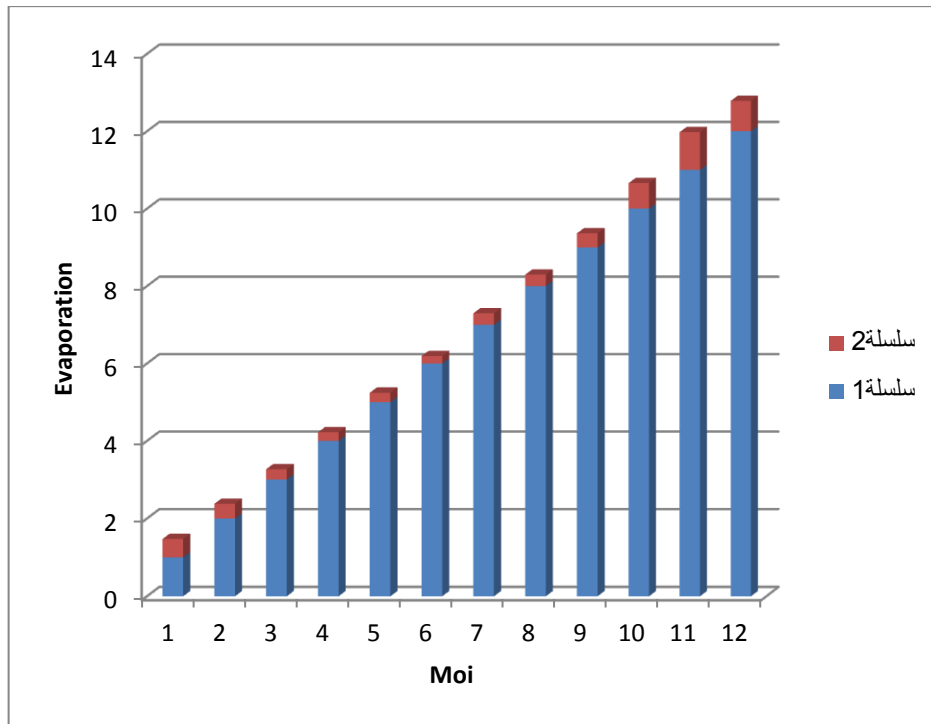


Figure II.9: évaporation 2017/2018

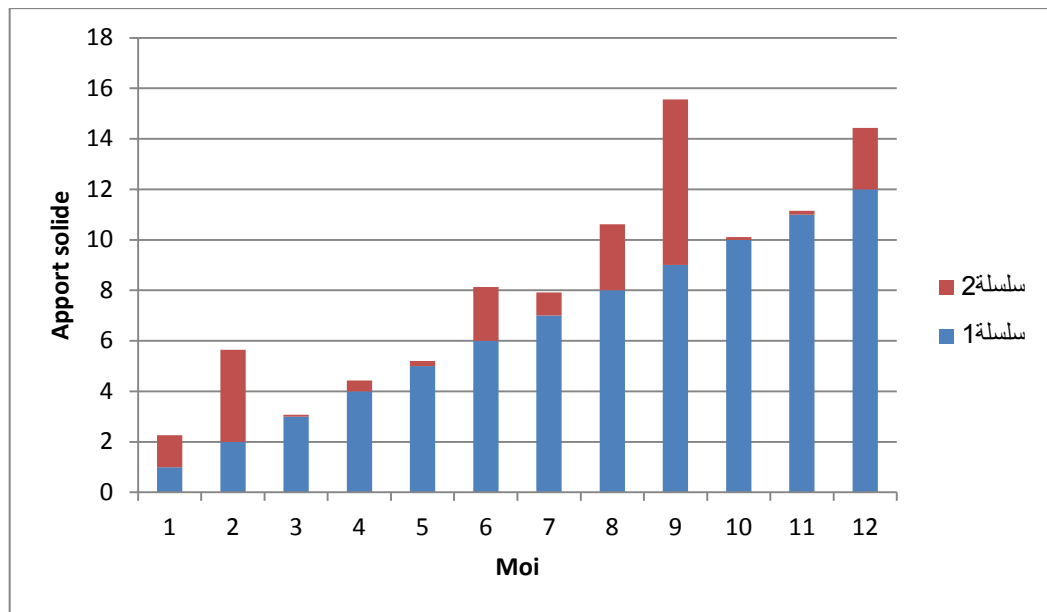
\*On remarque dans le processus d'évaporation qu'il y a une augmentation à partir du premier mois pour atteindre un cycle le mois dernier.

### 3.5 Apports solides:

Apport solide annuel du barrage est de 300000 tonnes/an

Tableau II.4: apport solide 2017/2018

Moi	Apport
1	1.26
2	3.643
3	0.069
4	0.436
5	0.197
6	2.13
7	0.918
8	2.615
9	6.56
10	0.109
11	0.147
12	2.431



FigureII.10: apport solide 2017/2018

\*Il y a une augmentation régulière du pourcentage, seulement quelques mois.

#### I. 4 CARACTERISTIQUE PRINCIPALES DE L'AMENAGEMENT :

L'aménagement du barrage Fontaine Des Gazelles est un ensemble d'ouvrages, chacun à sa conception.

Les principales caractéristiques de l'aménagement sont les suivantes :

##### I.4.1 Digue:

Le barrage est une digue en remblai en alluvions compactés avec noyau en argile.

Le profil type du barrage est schématisé sur la figure suivante[17] :

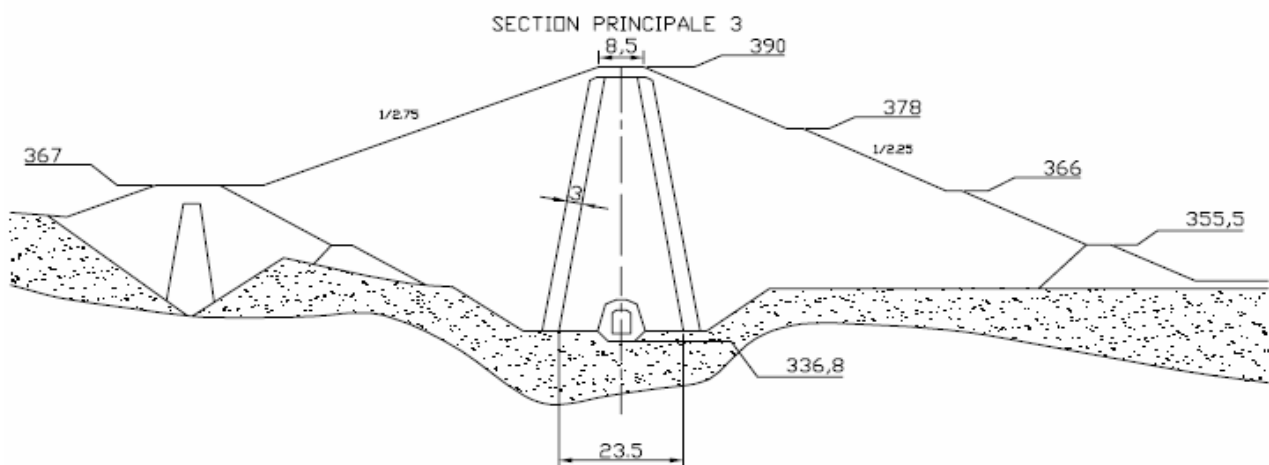


Figure II.11 : Coupe type du barrage.

### I.4.2 Ouvrages Annexes :

#### Evacuateur de crues :

L'évacuateur principal implanté en rive droite comporte un seuil labyrinthe calé à 384 NGA, un coursier, un saut de ski et un bassin de dissipation. Il est dimensionné pour l'évacuation de la crue cinq-millénaire.

Evacuateur de crues à seuil libre de forme labyrinthe.

Capacité d'évacuation : 3000 m<sup>3</sup>/s (une crue de 10000 ans)

Longueur du déversoir 125 m

Largeur : 25 m au niveau du coursier.

L'évacuateur est constitué de :

- Un déversoir
- Un coursier
- Un bassin d'amortissement.
- L'évacuateur a fonctionné plusieurs reprises et la lame déversant

A atteint 1 m qui correspond à un débit de 800 m<sup>3</sup>/s.



Figure II.12:Evacuateur de crues[17].

#### Prise d'eau :

La tour de type de diamètre 11 m d'une hauteur totale d'environ 51 m comporte 4 prises d'eau aux niveaux 361, 367, 373 et 379 m NGA. Elle est implantée en rive gauche du barrage. Les prises sont équipées d'une grille (ou d'un batardeau) amovible de section 1.66 m x 1.66 m et d'une vanne papillon. Elles alimentent une conduite de diamètre 1.25 m.

Le débit nominal de la conduite est de 2 m<sup>3</sup>/s.



Figure II.13: prise d'eau[17]

**Galerie de vidange de fond :**

Elle est installée en rive gauche dans la galerie de dérivation. Elle comprend un entonnoisement à la cote 350,50 m NGA, situé sous la tour de prise, un tronçon en galerie de section 1 m x 1 m puis un chenal. Le débit évacué à RN est de 21 m<sup>3</sup>/s. La vidange de fond est contrôlée par une vanne batardeau et 2 vannes wagon (de garde et de service).



Figure II.14: Tunnel de la vidange de fond[17].

### I.5 Etude Géologique:

Sur le plan géologique, le site est constitué par des formations marno-calcaires du crétacé supérieur présentant une structure anticlinale avec un pendage incliné vers l'amont. Dans la vallée, ces formations sont recouvertes par des dépôts superficiels (alluvions et conglomérats) d'âge quaternaire.

Le noyau est fondé directement sur la roche dans les versants et sur les dépôts quaternaires au centre de la vallée : environ 126 m de digue entre les profils 9 et 13 fondés sur 10 à 20 mètres d'alluvions.

Et aussi, Le barrage de la Fontaine des gazelles appartient aux mêmes formations rocheuses qui constituent les principaux reliefs de la wilaya de Biskra (Amri, 2006). Selon Sedrati (2011), la géologie de la wilaya de Biskra se caractérise par des formations d'origine sédimentaire à prédominance de sédiments carbonatés. Les calcaires massifs de demi cluse d'El-kantara reviennent au Maestrichtien avec une épaisseur de 340 mètre vers le Sud, surmontés par des formations de l'oligocène, miocène et quaternaire, formées essentiellement par des marnes, galets, alluvions, argile et sables .figure N° 15[20].

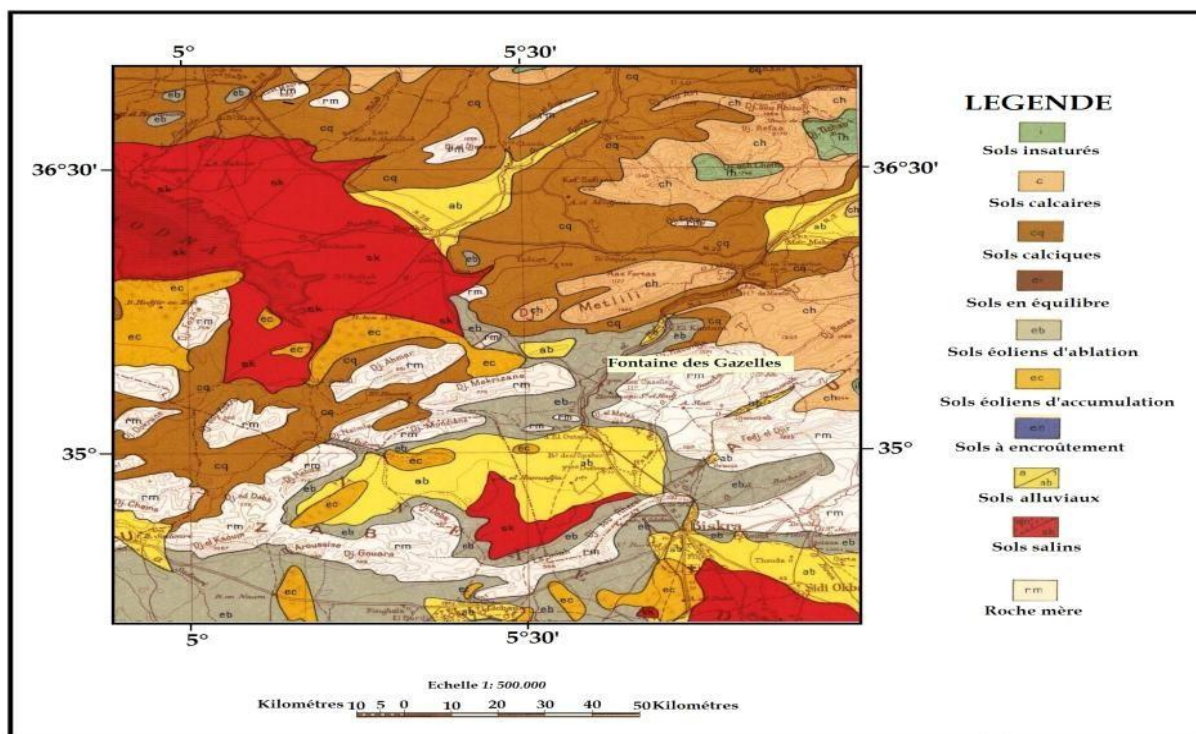


Figure II.15: carte géologique de la zone d'étude Biskra (extrait de la carte du sol d'Algérie Biskra publié en 1938)[20].

## II. Voile d'injection:

Le dispositif d'étanchéité a été réalisé par injection de coulis bentonite/ciment depuis des forages réalisés depuis la galerie d'injection implantée au contact noyau/fondation :

- En fondation rocheuse, le voile est mono-filaire.
- Dans les alluvions de fondation, le voile est tri-linéaire. Les files extérieures ont été réalisées au pas de 3 m. La file centrale a été réalisée au pas de 1.5 m avant contrôle, puis renforcée au pas de 0.75 m dans les zones de plus fortes perméabilités.

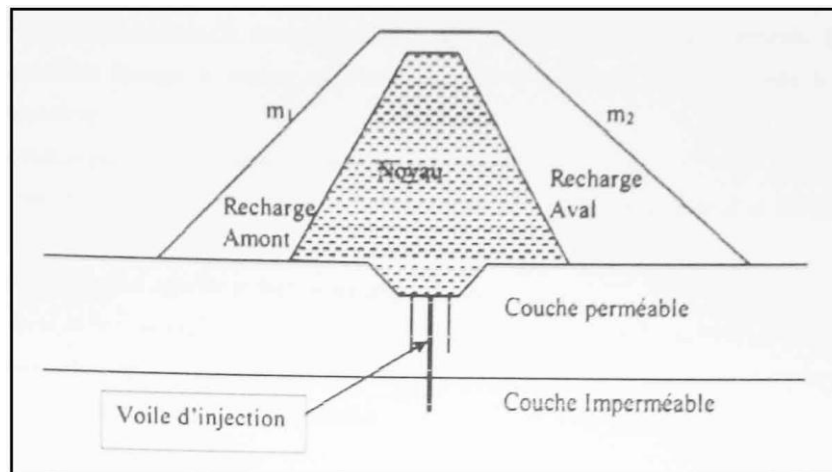


Figure II.16:Voile d'injection[22].

### II.2 Types d'injection:

Les produits d'injection sont mis en place dans le sol par l'intermédiaire de forages. Mais les techniques et les types de produit utilisés diffèrent très sensiblement selon la nature des terrains à traiter. On peut distinguer trois cas principaux :

- ✚ L'injection des roches fissurées,
- ✚ L'injection dans les terrains alluvionnaires,
- ✚ L'injection de remplissage de cavité[22].

- **Injection des roches fissures:**

Dans le cas du traitement de massif rocheux affectés par des fissures générant des circulations d'eau, le but de l'injection est de les remplir totalement.

Les forages exécutés dans ce type d'encaissant doivent rester ouverts sur une grande longueur sans risque d'éboulement. Il est possible d'injecter en une seule fois des tranches de terrain de plusieurs mètres, 3 m à 8 m en moyenne. Chaque tranche est appelée passe d'injection.

L'injection des massifs rocheux fissurés est réalisée soit " en remontant ", soit " en descendant ".

L'injection des roches fissurées se fait toujours par séries successives de forages alternés (primaires, secondaires, tertiaires). Les forages primaires sont souvent localisés sur une même ligne, ils sont espacés de quelques mètres. Les secondaires sont exécutés entre deux primaires et les tertiaires entre deux secondaires, venant le cas échéant resserrer la maille des forages.

- **Injection de remplissage de cavités:**

Les cavités (poches de dissolution, karsts,...) peuvent être comblées par injection. Les coulis utilisés pour ce type de travaux sont le plus souvent constitués par un mélange de bentonite et de ciment[22].

- **Injection des terrains alluvionnaires:**

La différence essentielle par rapport aux roches fissurées réside dans la forme des vides, constitués de pores inter-granulaires dont le volume est de l'ordre de 15 à 40 % et surtout dans le fait que les parois d'un forage non tubé s'éboulent rapidement.

La technique d'injection est celle du tube à manchette, qui est un tube en plastique ou métallique, perforés tous les 30 ou 50 cm. Ces orifices sont recouverts de manchons en caoutchouc faisant office de clapets anti retour.

Le tube à manchette est scellé au forage afin d'éviter les remontées de coulis entre celui-ci et le terrain.

Pour procéder à l'injection, on isole au moyen d'obturateurs la portion du tube à manchette intéressée par l'injection, le coulis imprègne alors le terrain à traiter. Les paramètres principaux directement liés à l'injection sont la pression d'injection, le débit et le volume de coulis injecté.

Contrairement à l'injection des roches fissurées, un rideau d'injection ne peut se réduire à une seule ligne de forages. Deux ou trois lignes parallèles sont en général nécessaires. Le maillage varie beaucoup en fonction du type de projet et de la nature du sol[22].

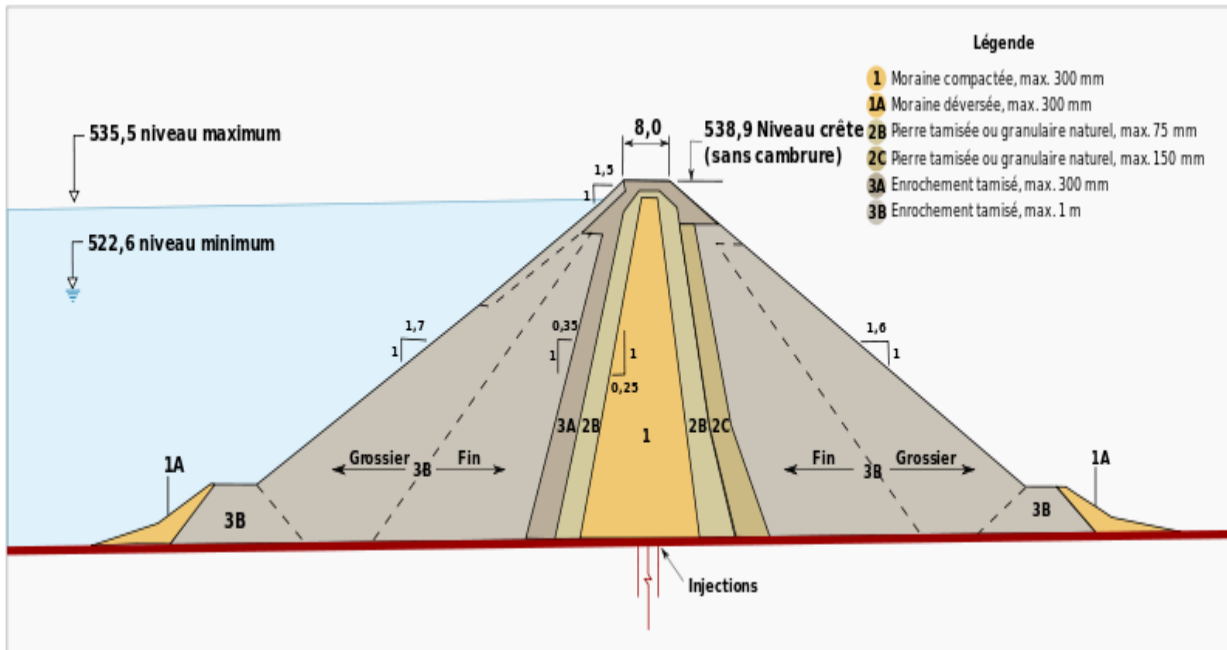


Figure II.17 : Rideau d'injection

**Conclusion :**

Nous avons remarqué que le site du barrage (Fontaine de gazelle) est situé dans la région sud de l'Algérie (une région chaude et sèche) et est en mesure de fournir l'eau nécessaire à la région.

Si nous ne surveillons pas le barrage, des fissures y apparaîtront et, à la place, l'eau stockée dans le barrage fuira.

**CHAPITRE III:**  
**ANALYSE DE L'EVOLUTION DU**  
**COMPORTEMENT DU BARRAGE**  
**FONTAINE DES GAZELLES**

**Introduction :**

La surveillance d'un ouvrage a pour but essentiel de connaître et si possible de prévenir toute dégradation afin de le maintenir en bon état de sécurité et ainsi apte à remplir ses fonctions.

On cherche principalement à détecter les évolutions. Celles-ci sont généralement très lentes mais le risque d'une **évolution rapide** n'est pas totalement exclu, notamment pour les barrages en terre, en particulier dans les premières années après la mise en eau.

La méthodologie de suivi doit fournir les moyens de détecter les anomalies, d'apprécier les vitesses d'évolution et leur aboutissement probable, en séparant les phénomènes réversibles des phénomènes irréversibles. Ceci afin de permettre de décider de la nature et de l'urgence des interventions.

**Partie I : Surveillance des barrages****I.1 L'inspection visuelle**

La surveillance des barrages comporte toujours une inspection visuelle permettant souvent de détecter des désordres et anomalies affectant un ouvrage. Parmi les points principaux de l'inspection visuelle des barrages :

**❖ L'inspection à l'occasion des crues**

C'est lors crues que les barrages sont soumis aux sollicitations les plus sévères: côte du plan d'eau élevée, débits importants sur le déversoir, ruissellement sur les parements.

On s'attache à observer les points suivants pendant la crue:

- Niveau maximum atteint par l'eau;
- durée de la crue; fonctionnement du déversoir: aspect de la lame d'eau, écoulement en pied de coursier.

**I.2 Historique de la mise eau de la retenue**

La mise en eau a été effectuée en mars 2000 par tranche pour éviter le problème de tassement et pour assurer la stabilité du barrage ;

Les données de remplissage de la retenue sont : de janvier 2019 à février2020.

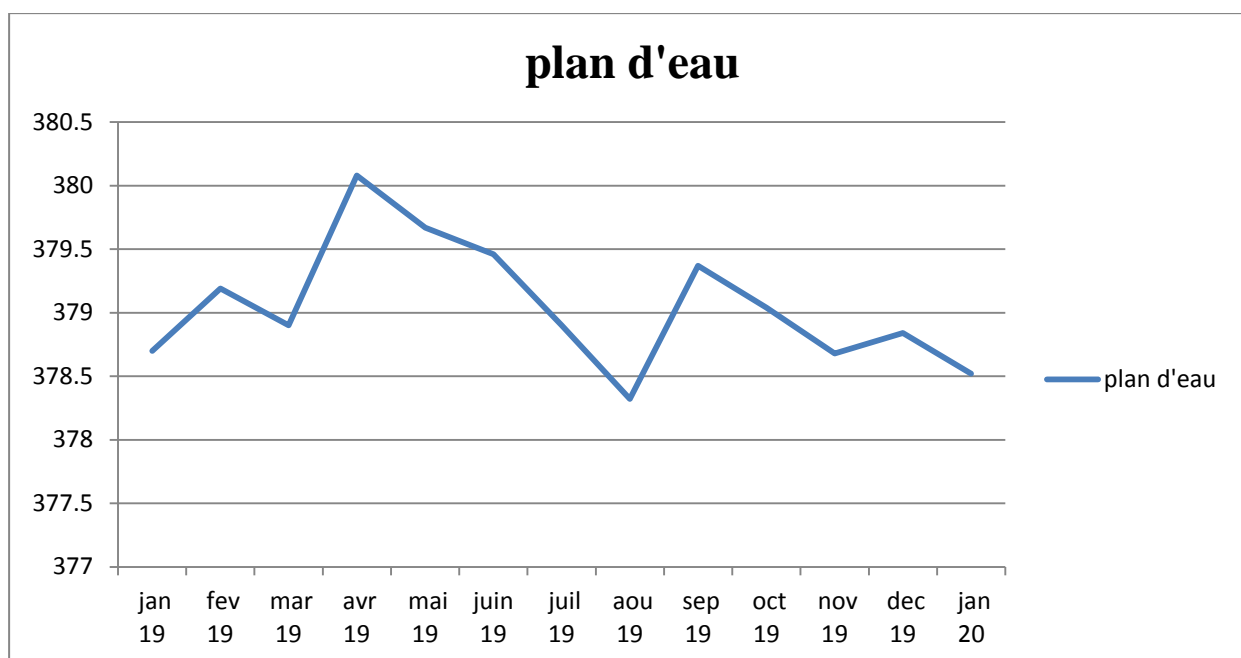


Figure III.1: Evolution de niveau d'eau dans la retenue.

## **PARTIEII: ANALYSE DE L'EVOLUTION DU COMPORTEMENT DU BARRAGE**

La plupart des phénomènes observés sur les barrages résultent d'une combinaison de facteurs le plus souvent très difficiles à dissocier immédiatement, quels que soient la nature et le degré de perfectionnement des instruments d'auscultation utilisés.

Dans cette partie on analyse les données d'auscultation qui permettent de mettre en évidence les effets du facteur « temps » et avec une bonne analyse on pourra suivre l'évolution de comportement de notre barrage.

### **II.1COMPORTEMENT MECANIQUE:**

#### **II.1.1 Tassements:**

12 tassomètres GLOETZL de type magnétique sont implantés sur les 3 sections principales. Chaque section comporte 2 tassomètres dans la recharge amont à 16 et 40 m de l'axe du barrage et 2 tassomètres dans la recharge aval à 16 et 40 m de l'axe.

Les écarts de niveau entre les anneaux inférieurs des tassomètres et la cote du rocher relevé sur les plans ILF restent faibles, ce qui tend à montrer qu'ils descendent jusque dans la fondation rocheuse.

Le seul écart significatif est relevé pour le TV11, mais dans une zone où la pente du toit du rocher est forte, ce qui peut expliquer l'écart. Le TV10 est Hors Service car bouché en partie haute.

### II.1.2 Déplacements planimétriques

Le réseau est constitué de 5 piliers de planimétrie répartis comme suit :

- P II en rive gauche,
- P VI, P VII et P X à l'aval,
- P VIII en rive droite.

Le pilier P VI n'est pas stationné.

Il sert de référence d'orientation commune aux autres piliers.

Les piliers sont constitués d'une buse cylindrique en béton sur laquelle est scellée une plaque de centrage en bronze pouvant recevoir soit un théodolite soit une cible conique.

Ils sont protégés par une seconde buse concentrique[16].

Les déplacements en XY du barrage sont suivis à partir de 28 repères répartis comme suit :

- 5 repères sur la crête amont : 4, 13, 22, 31, 40 (en alignement)
- 5 repères sur la crête aval : 5, 14, 23, 32, 41
- 5 repères sur le talus aval : 6, 15, 24, 33, 42
- 5 repères sur la berme aval à 378 m : 7, 16, 25, 34, 43
- 5 repères sur la berme aval à 366 m : 8, 17, 26, 35, 44
- 3 repères au pied aval : 18, 27, 36
- Les repères sont de type à douille lisse protégée[16].

#### \*Analyse des tassements mesurés par nivellement:

Le dispositif d'auscultation « mécanique » comprend le réseau topographique ainsi que les 12 tassomètres

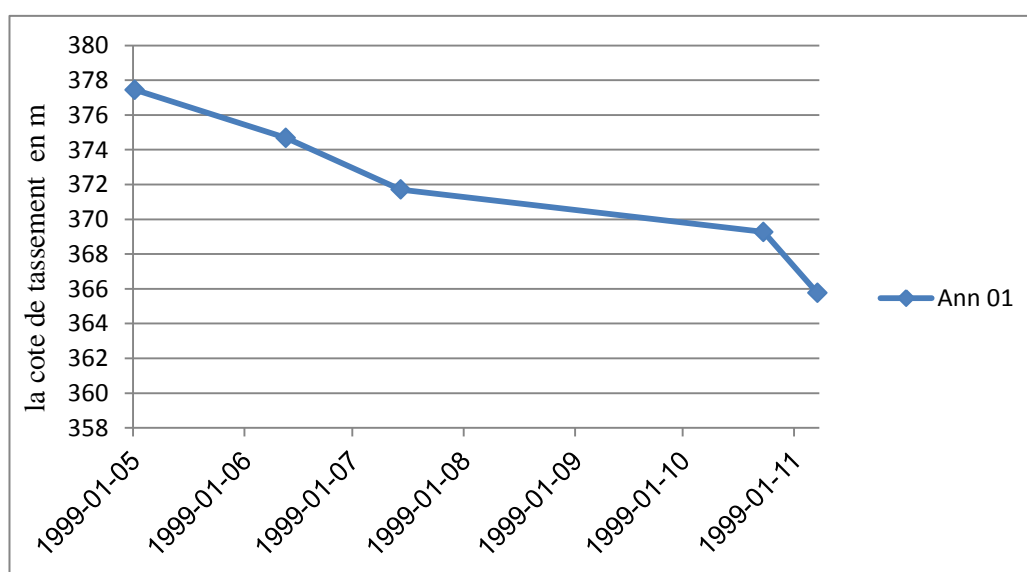


Figure III.2 : Variation de la cote de tassement en fonction de temps (tassoN°9)

\* On remarque que la courbe décroît à partir de la valeur de 378 et continue de diminuer jusqu'à atteindre la valeur de 366 en novembre cette diminution s'explique par la diminution des déformations dans les couches de barrage.

### **II.1.3 Analyse des tassements mesurés par les tassomètres**

#### **\*Tassomètre magnétique :**

Le tassomètre magnétique est un Appareil de mesure destiné à mesurer les tassements ou les soulèvements à différentes profondeurs dans le sol, les remblais, les barrages en terre et les digues.

Le système est composé d'un tube d'accès avec un tube externe cannelé, d'anneaux magnétiques et d'une section inférieure télescopique avec un anneau de référence et une tête de suspension. Les anneaux magnétiques (cibles) sont fixés dans le sol à l'extérieur du tube d'accès, à des profondeurs où les mouvements sont susceptibles de se produire.

Les anneaux magnétiques se déplacent avec le sol environnant le long de l'axe du tube d'accès. On peut effectuer les relevés sur un poste de lecture portable, en descendant la sonde à détection magnétique dans le tube d'accès. La comparaison des mesures successives permet de profiler le tassement ou les soulèvements du sol le long de la ligne de mesure[1].



Figure III.3: tassometre.

## II.2 COMPORTEMENT HYDRAULIQUE:

### II.2.1 Piézométrie:

C'est un fourrage Nous mesurons le niveau de l'eau en cas de montée ou de descente, et c'est en utilisant métra, et il est utilisé jusqu'à présent.



Figure III.4: Sonde piézométrique



Figure III.5: tassmonte en rouge et piézomètre en bleu.

### II.2.2 Piézométrie en fondation du barrage:

➡ L'année 2019:

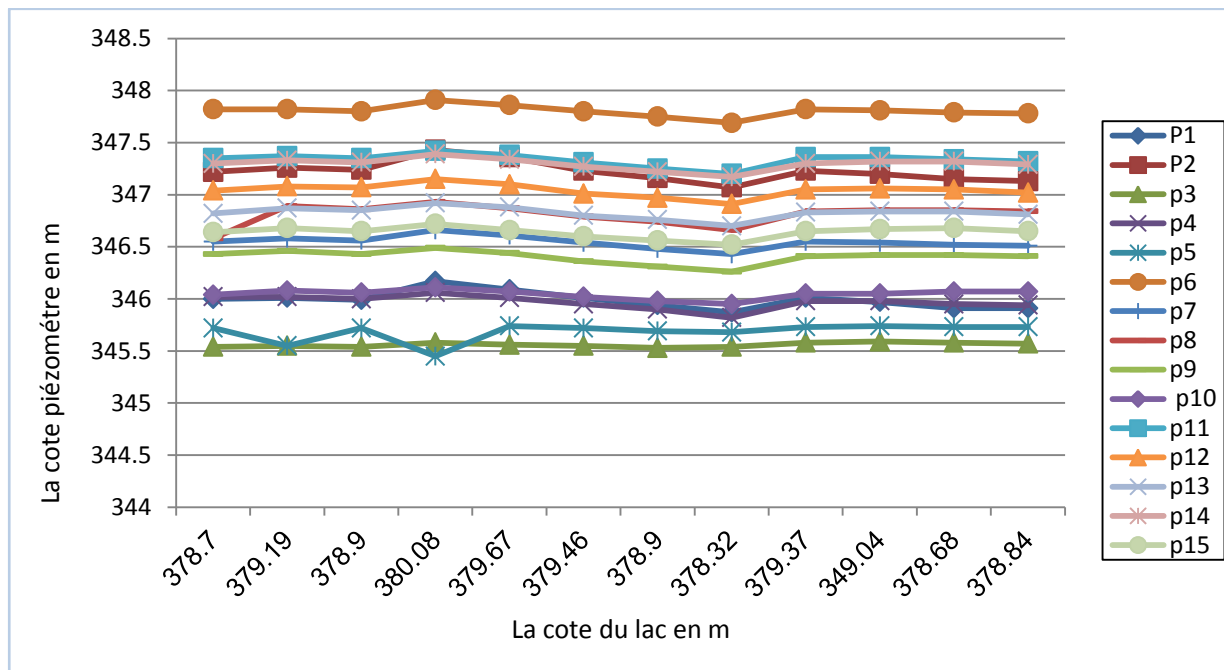


Figure III.6: Variation de la cote piézométrique en fonction de la cote de retenue du barrage (2019)

A travers le graphique, on remarque que les courbes sont proportionnelles, mais il y a peu de points raides pour le manomètre P5 au niveau des points 378.9 et 380.08 dans les mois de mars et avril, et aussi P8 au point 378.7 au mois de janvier au début de l'année ,2019 Et le résultat de l'incertitude est le bas niveau et la hauteur du lac.

➡ L'année 2020:

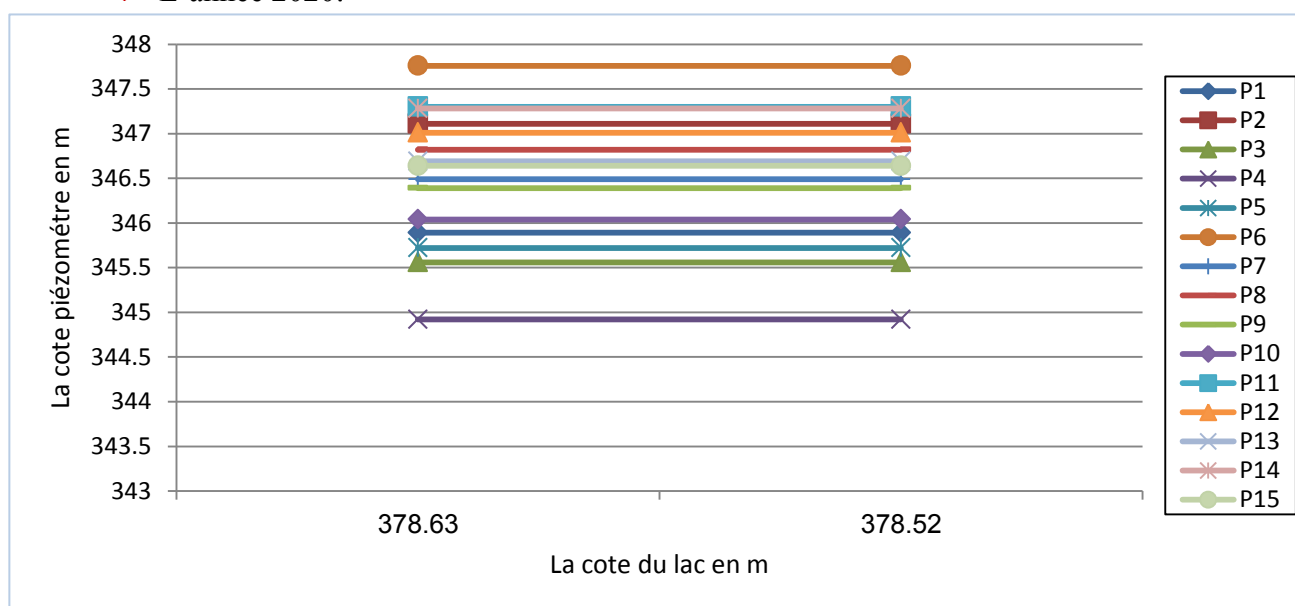


Figure III.7 : Variation de la cote piézométrique en fonction de la cote de retenue du barrage 2020.

On remarque dans ce graphique une constante dans les valeurs tout au long des courbes, et s'il y a un changement, il est léger et inefficace.

### II.2.3 Calcul du gradient hydraulique (i)

$$i = \frac{\Delta H}{L} = \frac{H'' - H'}{l}$$

Avec :

i : gradient hydraulique.

H'' et H' : déterminées par les courbes iso-pièzes (en mètre).

L : distance entre deux iso-pièzes (en mètre).

Les profils 3 est similaire dans les gradients hydrauliques, c'est une indication de la vitesse, le trajet d'écoulement dans le sens amont/aval avec des débits transversaux limités le gradient atteint environ **i=1.6%**

## III. Mesure de pression:

### III.1 Pression interstitielles:

Ce sont des cellules dans le noyau au milieu de l'argile. Nous avons 24 cellules que nous contrôlons avec de l'huile ou de l'air et nous envoyons la pression, et quand elles sont attachées, nous faisons un Rétoré, et à la place nous connaissons notre valeur de pression.



Figure III.8: Cellule de pression interstitielle

## III.2 PIEZOMETRES:

### III.2.1 Analyse du réseau des piézomètres

En tenant compte de la disposition et de la destination, les piézomètres sont divisés en 3 profils :

Piézomètre de profil 1 :P1 ; P2 ; P3 ; P4 ; P5

Piézomètre de profil 2 :P6 ; P7 ; P8 ; P9 ; P10

Piézomètre de profil 3 :P11 ; P12 ; P13 ; P14 ; P15

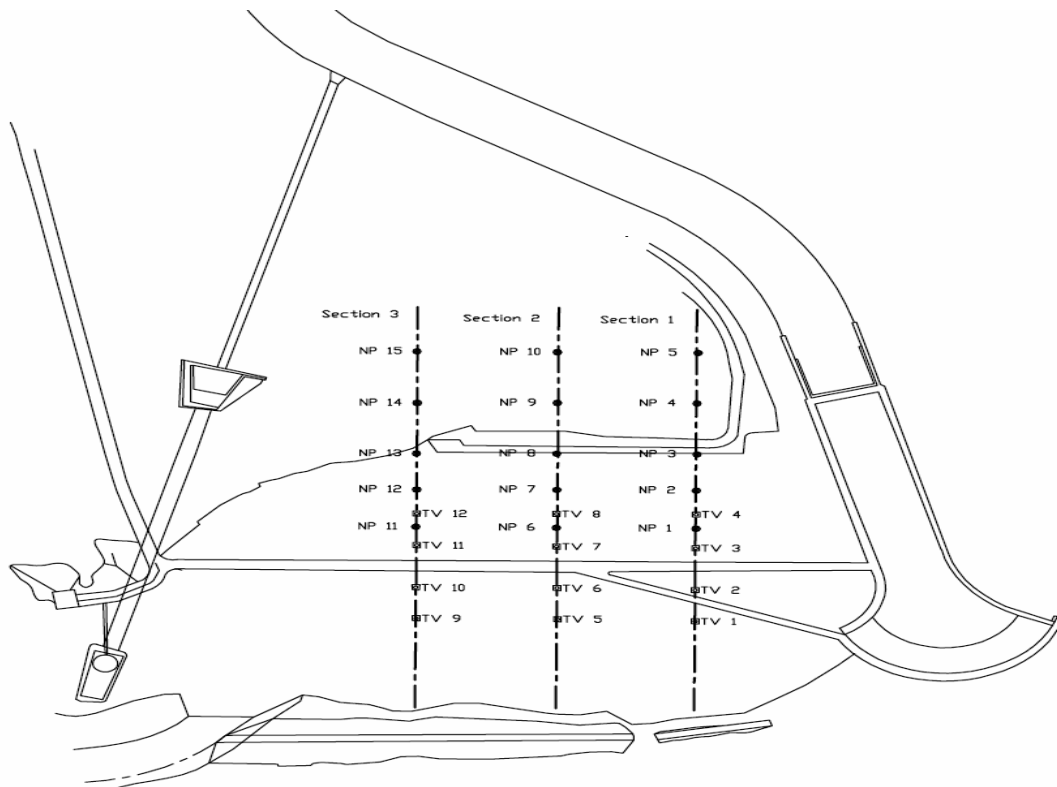


Figure III.9:Schéma de la disposition des piézomètres

### III.2.2 Variations de niveau d'eau dans les piézomètres:

La variation de niveau d'eau dans les piézomètres est réalisée pour seulement Deux ans successifs 2019, 2020 selon les trois profils de disposition des piézomètres, pour voir la fluctuation du niveau d'eau en fonction du plan d'eau dans la retenue.

❖ sur le profil 1:

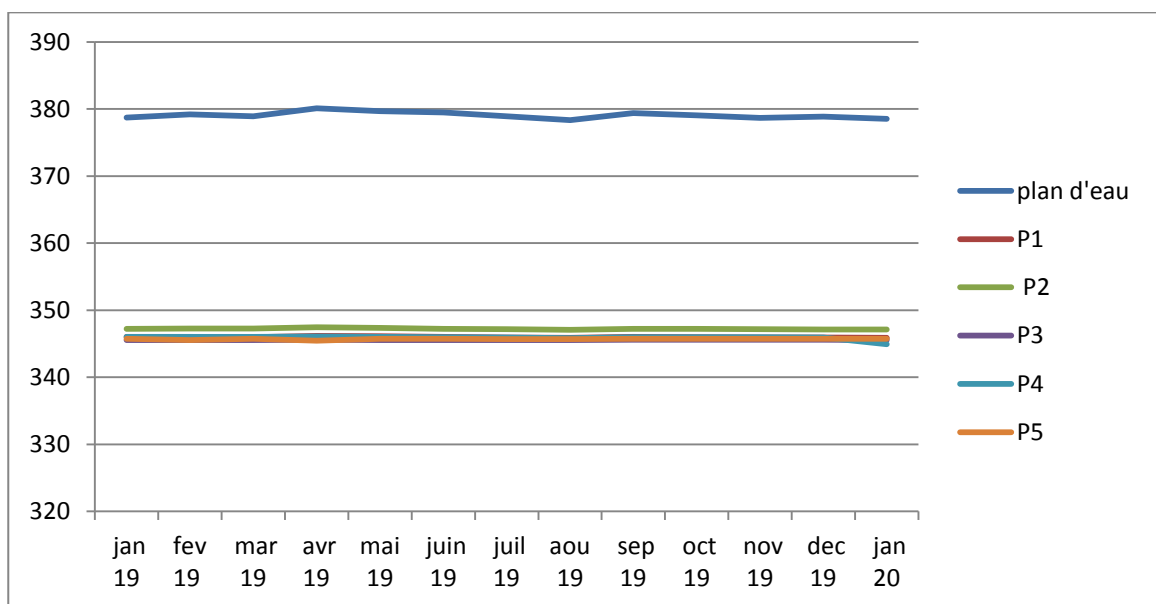


Figure III.10: Variations de niveau dans les piézomètres sur le profil1.

\*Sur le profil 1, on remarque que P1,P3, P4et P5 sont presque alignés, alors que la différence se situe dans la courbe P2, qui est élevée sur le reste des courbes.

❖ Sur le profil 2:

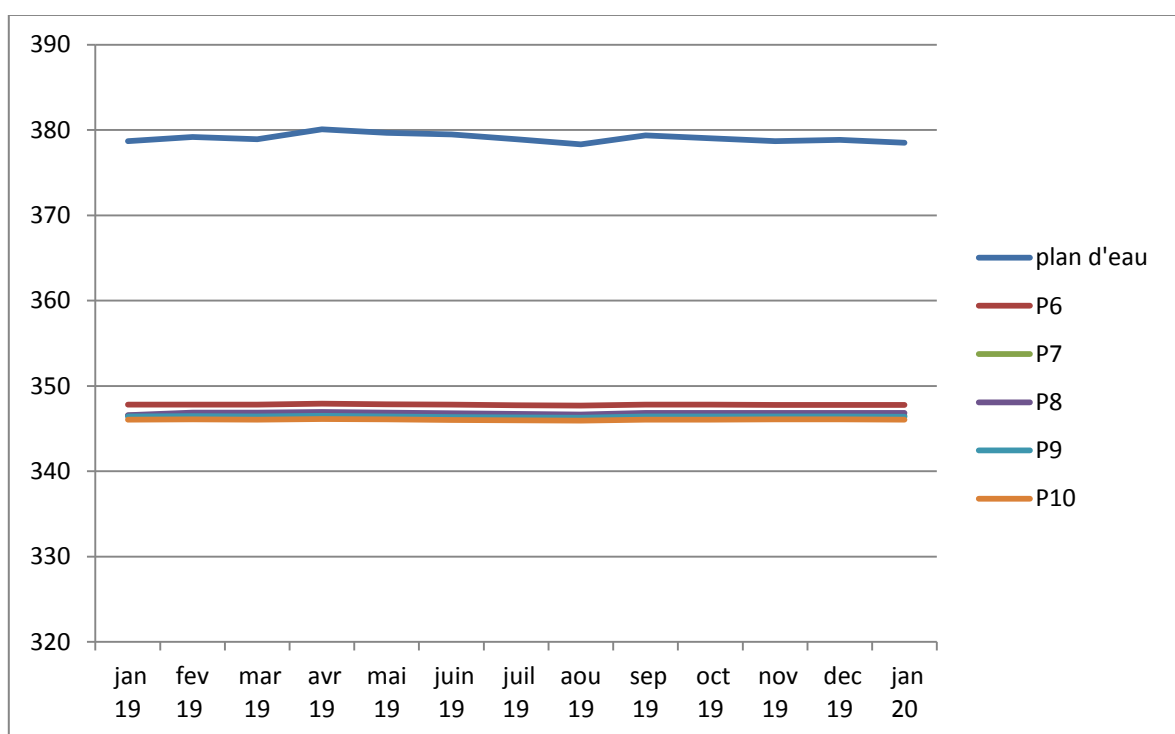


Figure III.11: Variations de niveau dans les piézomètres sur le profil2.

\*Dans le profil 2, nous avons remarqué un bon match, la différence en P6 et P10, l'un bas et l'autre légèrement élevé.

## ❖ Sur le profil 3:

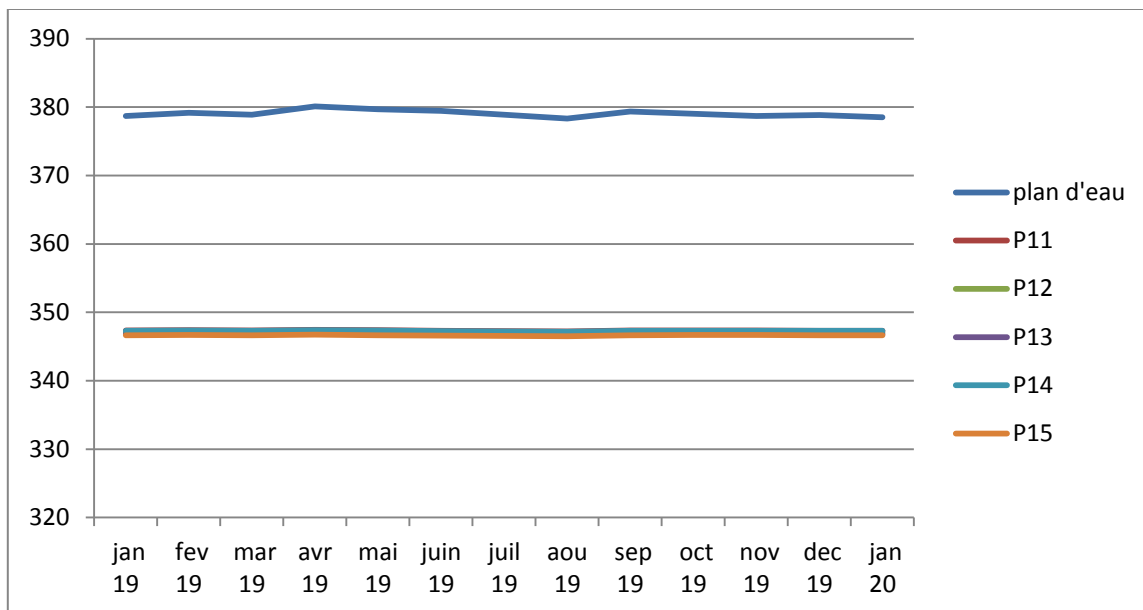


Figure III.12: Variations de niveau dans les piézomètres sur le profil3.

\*Dans le profil 3, les courbes sont toutes presque identiques, la différence entre elles est très légère et leurs valeurs vont de 346 à 350.

### III.3 DEBITS DE FUITE

#### III.3.1 Variation du débit des fuites et niveau de lac en fonction de temps:

Sur la base des données d'ANBT du barrage fontaine des gazelles, les niveaux d'eau du lac et la quantité du débit de fuite chaque mois, il a été établi suivant une courbe, ce qui montre la relation entre le niveau du lac et la quantité de débit.

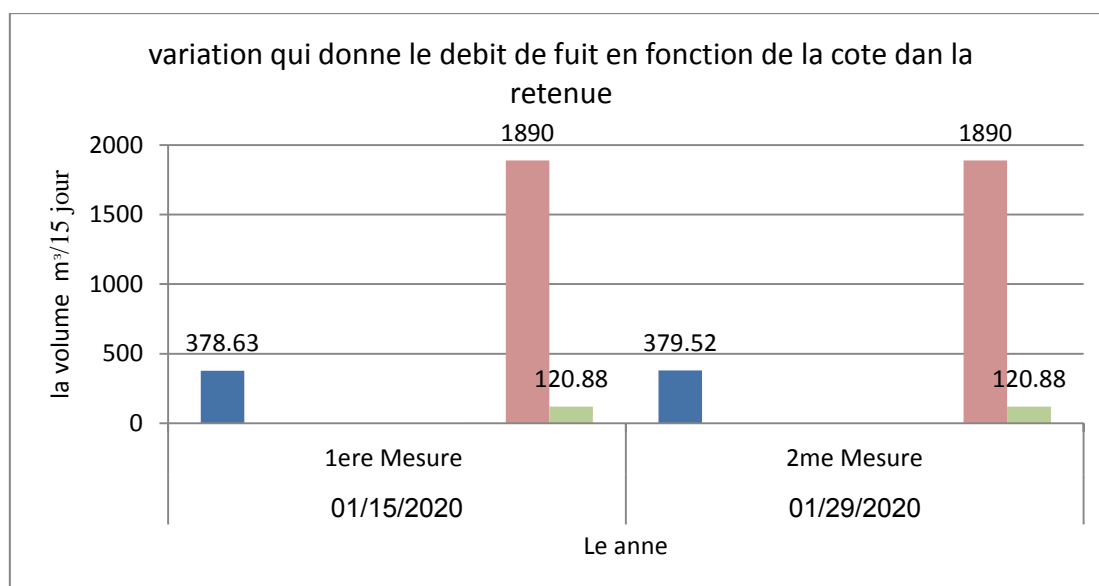


Figure III.13: Variation du débit des fuites et niveau de lac en fonction de temps

\*Pour le graphique, nous obtenons des colonnes graphiques:

-Cote retenue: Nous n'avons remarqué qu'une légère augmentation de 378,63 à 379,52

-volume de pompe: taux fixe

**Remarque:**

Nous notons qu'il existe une relation entre la fuite dans le barrage et le taux de confinement car avec le temps, la fuite augmente (des fissures se produisent), donc le graphique montre cette relation, dans le graphique, nous avons des données pour l'année 2020 uniquement, à travers laquelle nous concluons que les années précédentes, la même chose s'est produite.

#### III.4 Répartition des niveaux des eaux d'infiltration:

Ces trois coupes représentent la façon dont l'eau qui infiltration est distribuée dans le barrage.

Chaque section comporte différentes lignes de jauge:

\*section principale 1:P1, P2, P3, P4, P5

\* section principale 2:P6, P7, P8, P9, P10

\* section principale 3:P11, P12, P13, P14, P15

Les niveaux de jauge de pression sont associés à différents côtés du lac (notez le dessin). La distribution de l'eau représente pour nous le chemin de l'eau d'infiltrat vers le réseau de manomètres.

A travers les sections nous avons remarqué que le chemin de l'eau qui infiltration est du haut du barrage en dessous dans tous les manomètres.

Nous concluons que le niveau du lac affecte la distribution des niveaux de pression dans la masse du barrage.

Figure III.14: Répartition des niveaux des eaux d'infiltration suivant la coupe en travers section principale 1

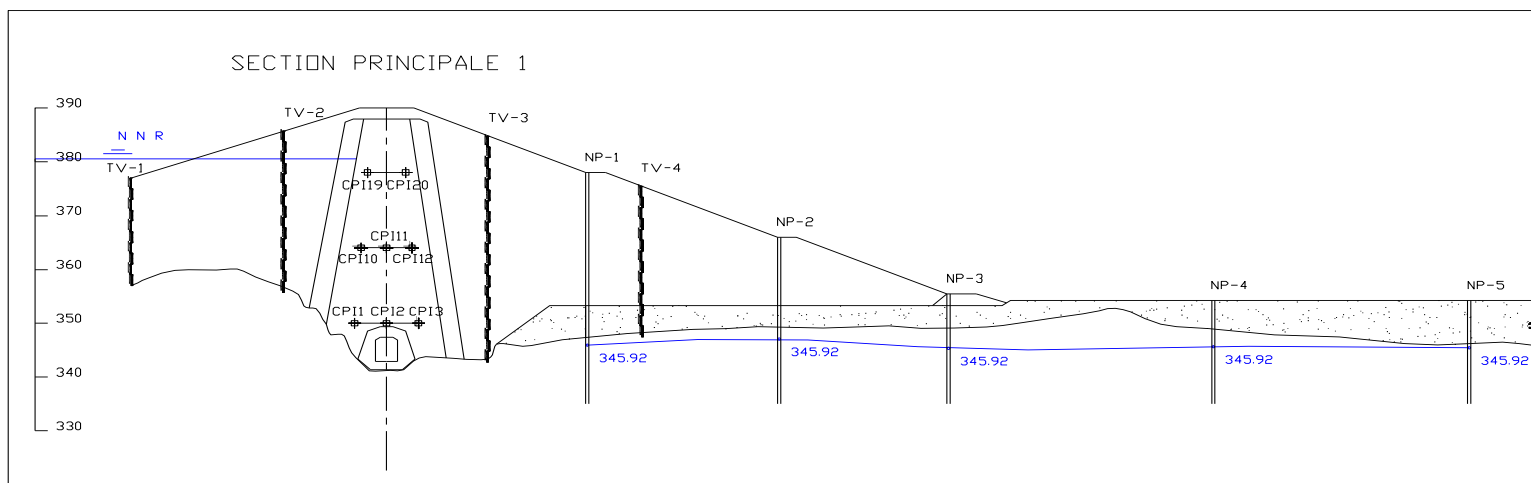


Figure III.15: Répartition des niveaux des eaux d'infiltration suivant la coupe en travers section principale 2

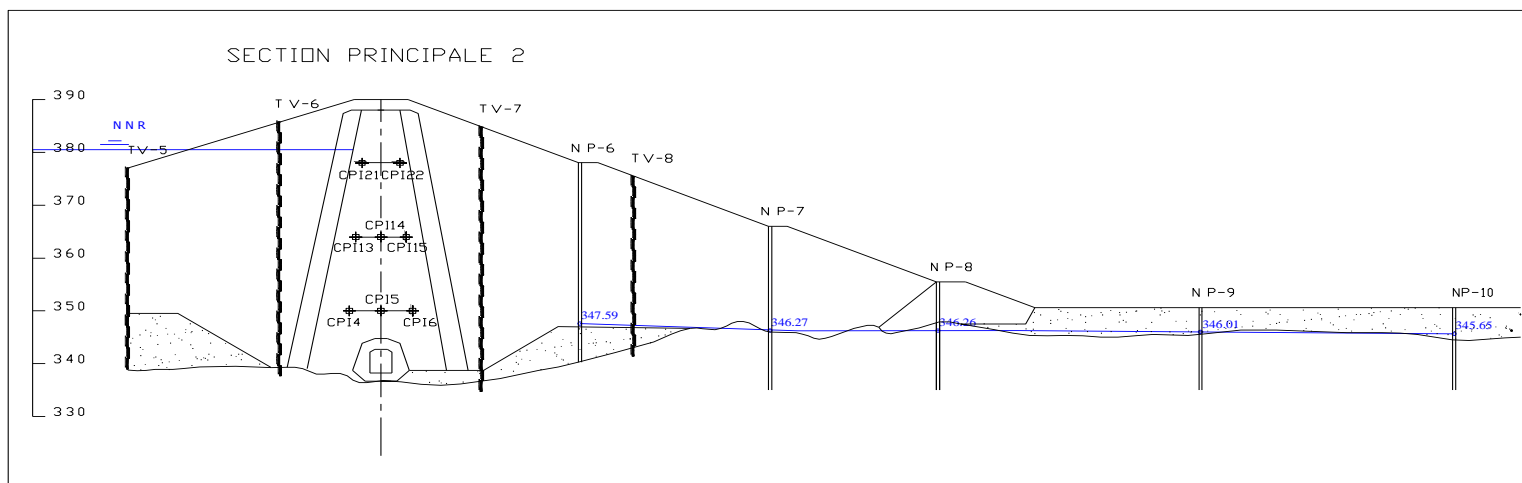
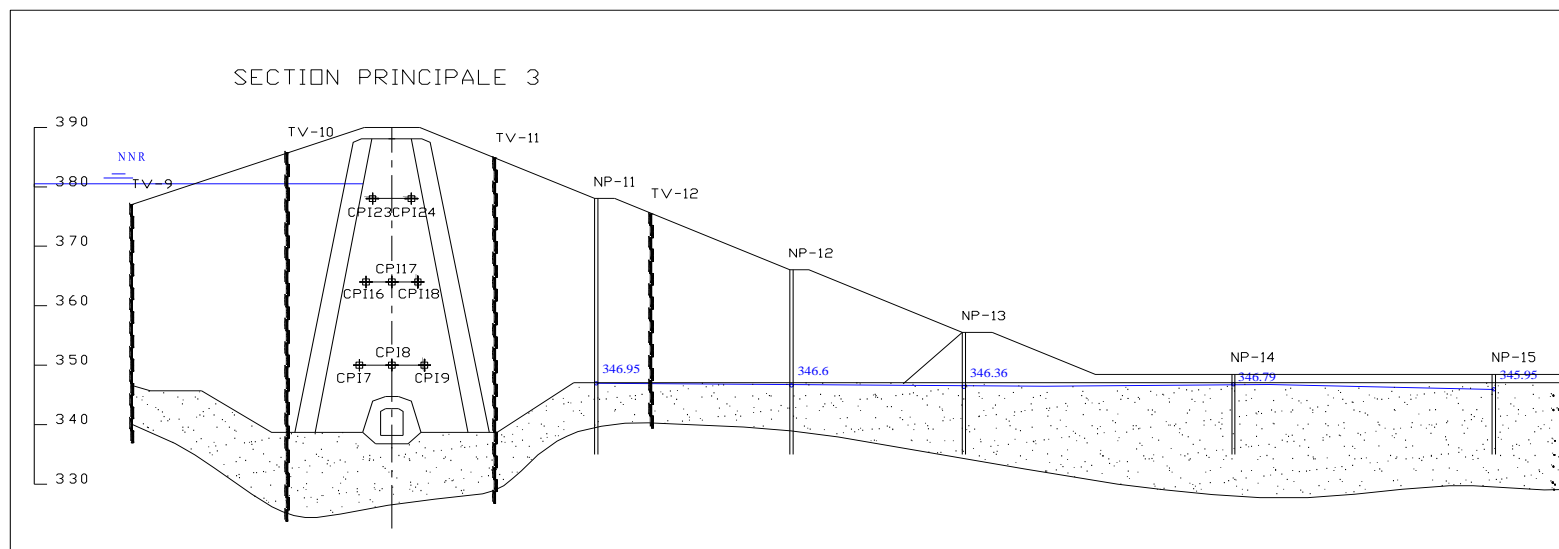


Figure III.16: Répartition des niveaux des eaux d'infiltration suivant la coupe en travers section principale 3



**Conclusion:**

L'analyse des données disponibles concernant le suivi du barrage de Fontaines des Gazelles conduit aux conclusions suivantes :

- Sur le plan mécanique, la topographie montre que les déplacements des repères présentent une forte irrégularité, avec des amplitudes modérées en partie centrale et en rive gauche et de fortes amplitudes en rive droite. Ainsi que les tassements sont décroît dans le temps d'où l'absence des déformations.
- Sur le plan hydraulique, la piézométrie sous la galerie est le signe d'une percolation importante susceptible de dégrader le voile d'étanchéité. Sous la recharge, la piézométrie est modérée. Il est à noter entre décembre 2004 et février 2005 une augmentation isolée du piézomètre NP3 en concordance avec l'apparition d'une source au pied aval du barrage. De plus, il est urgent d'équiper les « drains » de la galerie en piézomètres et de reprendre les mesures des cellules hydrauliques du noyau.

### Conclusion générale:

La surveillance du comportement des barrages est réel non seulement pendant la construction et pendant le remplissage, mais est essentiel pendant le fonctionnement du barrage pour assurer le bon comportement de ces structures.

L'étude vise à évaluer le comportement du barrage sur la base de l'interprétation des mesures de surveillance et de la formulation de recommandations pour améliorer le niveau général de sécurité du barrage

Ainsi que pour protéger le barrage des infiltrations et des fissures qui se produisent sur le barrage, source de cerfs et de barrages dans le monde, car l'eau a la propriété de forer, de sorte que l'eau creuse dans ses parties, ce qui conduit à l'apparition de nombreuses fissures le long de la section du barrage.

Le barrage source de cerfs est équipé de différents manomètres répartis le long du barrage, ce qui nous permet de connaître plus facilement les valeurs de débit dans le lac, car l'eau coule en continu dans le barrage car elle a un rapport avec le facteur temps. Et à partir des solutions qu'une couche pour combler ces vides dans le barrage est le processus d'injection dans lequel le béton et certains autres matériaux sont injectés dans le corps du barrage ou le noyau de celui-ci.

### Recommandations:

Afin de protéger les barrages, nous suggérons quelques recommandations, que nous espérons suivre à l'avenir :

1- Mettre à niveau et compléter le dispositif d'auscultation et en particulier :

- ✓ Remettre en service les cellules pneumatiques de pression interstitielles :
  - Retrouver les fiches d'installation des cellules et clarifier la numérotation.
  - Contrôler le fonctionnement des cellules.
  - Approvisionner de l'azote pour permettre la reprise des mesures.
- ✓ Equiper la mesures de débit en amont du puisard de la galerie d'injection (RD et RG coté amont et aval).
- ✓ Equiper les drains en piézomètres avec des têtes en acier galvanisé et des manomètres 0-4 bars.

2- Réaliser des mesures, des contrôler et les envoyer à l'ANBT d'Alger.

3- Développer des moyens de détecter les fissures dans le temps plus court afin de ne pas augmenter la largeur de la fissure, puis il est difficile de contrôler la position

4- Etudier les problèmes de fuite dans les barrages algériens et essayer d'y trouver des solutions.

5- Dépendance à des études avancées et modernes pour la construction de barrages à l'avenir.

## Références bibliographiques

1:<https://www.sisgeo.com/fr/produits/extensometres/item/tassometre-magnetique-brs.html>

2:[bu.umc.dz/theses/amenagement/ABOU4088.pdf](http://bu.umc.dz/theses/amenagement/ABOU4088.pdf).p98

3:ANBT. (2020). document de barrage. *Document de barrage*. Fontaine des gazelles, Biskra, Algérie: direction de barrage fontaine des gazelles.

4:<http://arab-ency.com.sy/detail/6219>(en arabe)

5:AMARA F.(2018)Optimisation de la largeur en crête des petits barrages et retenues collinaires p5.6.8

6:ADJABI A.(2005/2016) Contribution à la vérification de la stabilité d'un barrage (cas du barrage de Soubella) p6.7.11

7:<https://www.google.com/imgres>.(image contrefort)

8:OUANDJELI A.(2017/2018)Etanchéisation d'un barrage (Barrage de SOUK TLETA sur l'oued de BOUGDOURA. p5

9:Mr.Heragmi A.(2009) CHOIX ET CONCEPTION DE L'ORGANE DE L'ETANCHEITE DES BARRAGES ENTERRE BARRAGE EL-AGREMJIJEL. p11.15.19.20.21

10:MAMOUR I.TILBI S .BOUDERBALLAH B. Modélisation de l'infiltration et de la stabilité du barrage Boukhroufa El-tarf en 3D. p1

11: D r. LEHBAB ep. BOUKEZZI ZAKIA. Les barrages en remblai de terre. p2.3/5.6

12:Sefrou W. Tabet A.(2016) Analyse des infiltrations dans les fondations des barrages en terre par conjugaison injection – Tapis amont. P9

13: De même référence N°5: ADJABI A. (2015/2016) Contribution à la vérification de la stabilité d'un barrage (cas du barrage de Soubella).p36.37

14:AMALIA. (2015/2016) Contribution à l'étude numérique de la stabilité des barrages en remblai renforcés par des géosynthétiques Cas barrage Ouled Abdelouahab – Sidi Aissa-M'sila. P11

## Références bibliographiques

---

**15:** Livre technique des barrages en aménagement rural .p21

**16:** Douis M. Bedjouti M. (2017) Etude des infiltrations des eaux par les berges et le fond des barrages réservoirs en régions arides : Cas du barrage fontaine des gazelles Biskra– p20,37

**17:** fiche technique de barrage (ANPT)

**18:** TOUATI B. (2010) Les barrages et la politique hydraulique en Algérie: état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable.p299.301

**19:** RERBOUDJ A. (2004/2005) ESSAI DE QUANTIFICATION DE L'EROSION ET PERSPECTIVE DE LA PROTECTION DU BARRAGE DE FONTAINE DES GAZELLES CONTRE L'ENVAISEMENT (APPROCHE NUMERIQUE).p10.12

**20:** H ATHMANI, M BOULAHIDJ, N BOUCHAHM, N HOCINI.(2018) GEOCHIMIE DES METAUX TRACES DANS LES SEDIMENTS DU BARRAGE DE LA FONTAINE DES GAZELLES, ALGERIE. P 92.483

**21:** Sayah N. (2017/2018) Etude de la biodiversité du couvert végétale et cartographie de l'occupation du sol autour du barrage de Fontaines des gazelles (Biskra). p27

**22:** Merad N. zerouali A.(2009/2010) synthèse des traitement d'injection des fondation du barrage de fontaine des gazelles (wilaya de Biskra ).p 62.63

### **Les logiciels :**

\* EXCEL : pour les calculs (Graphique, débits de fuit, piézomètre ... etc.)

Annexe:



Photo 01: les Appareils de mesure du climat



Photo 02: fissure dans le barrage

## Annexe

	Cote de plan d'eau	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
	2019	378.7	346	347.22	345.54	346.02	345.72	347.82	346.55	346.58	346.43	346.04	347.35	347.04	346.82	347.3
379.19		346.01	347.26	345.55	346.02	345.55	347.82	346.58	346.89	346.46	346.08	347.37	347.08	346.87	347.33	346.68
378.9		345.99	347.24	345.54	346	345.72	347.8	346.56	346.86	346.43	346.06	347.35	347.07	346.85	347.31	346.65
380.08		346.17	347.43	345.58	346.06	345.45	347.91	346.66	346.93	346.49	346.11	347.42	347.15	346.92	347.39	346.72
379.67		346.09	347.36	345.56	346.01	345.74	347.86	346.61	346.87	346.44	346.07	347.38	347.1	346.88	347.34	346.66
379.46		346.01	347.23	345.55	345.95	345.72	347.8	346.54	346.79	346.36	346.02	347.31	347.01	346.8	347.27	346.6
378.9		345.94	347.16	345.53	345.9	345.69	347.75	346.48	346.74	346.31	345.98	347.25	346.97	346.76	347.22	346.56
378.32		345.87	347.07	345.54	345.82	345.68	347.69	346.43	346.66	346.26	345.95	347.2	346.91	346.7	347.17	346.52
379.37		346.01	347.23	345.58	345.98	345.73	347.82	346.55	346.84	346.41	346.05	347.36	347.05	346.83	347.3	346.65
349.04		345.97	347.2	345.59	345.98	345.74	347.81	346.54	346.85	346.42	346.05	347.36	347.06	346.84	347.32	346.67
378.68		345.91	347.15	345.58	345.95	345.73	347.79	346.52	346.85	346.42	346.07	347.34	347.05	346.84	347.32	346.68
378.68		345.91	347.13	345.57	345.94	345.73	347.78	346.51	346.84	346.41	346.07	347.32	347.02	346.81	347.29	346.65

Annexes A 1: la cote piézomètre et la cote de retenue de barrage à l'an2019

2020	Cote de plan d'eau	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
	378.63	345.89	347.11	345.56	344.92	345.72	347.76	346.49	346.82	346.39	346.04	347.3	347.01	346.69	347.28	346.64
378.52	345.89	347.11	345.56	344.92	345.72	347.76	346.49	346.82	346.39	346.04	347.3	347.01	346.69	347.28	346.64	

Annexes A 2: la cote piézomètre et la cote de retenue de barrage à l'an2020

	Cote Retenue	Pression sous la galerie « bar »					Débit de Fuites L/S	Volume pompé m3/15 Jours	Volume pompé L/min	
		Drain	Drain	Drain	Drain	Drain				
		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05				
01/15/2020	1ere Mesure	378.63	Défaillance manomètres					1.27	1890	120.88
01/29/2020	2me Mesure	379.52						1.27	1890	120.88

Annexes A 3: débit de fuit Mois de de JANVIER 2020