



## Département de Génie de l'Eau

### Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme  
de Licence professionnelle en :

### Hydraulique

### Thème :

**Auscultation d'un barrage en terre cas du barrage Tilesdit  
(Bechloul W.Bouira)**

#### Réalisé par :

KHEMOULA Ikram

#### Encadré par :

- Mme BALOUL Djouhra
- M DAABOUZ Mourad

Grade / Institut de technologie  
Grade / Barrage Tilesdit

#### Soutenu devant le jury :

- Mr. Djaferkhodja Hakim.
- Mr. Yahiaoui Abd Alhalim.

Année Universitaire : 2021/2022

## **Remerciements**

**Avant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin.**

**J'aimerais exprimer mes sincères remerciements et ma gratitude à mon encadreur Mme. BALOUL, pour leurs précieux conseils, leurs encouragements et sa disponibilité.**

**Toute ma gratitude à mes professeurs de l'Institut de technologie qui m'ont guidé pendant cette période de trois ans, et mon grand respect aux membres du jury qui m'honoreront de l'appréciation de ce travail.**

**Mon sincère remerciement à mes chers parents, ma famille et mes amis.**

**Ikram**

**Dédicace**

**Je dédie ce modeste travail :**

**A mes chers parents.**

**À mes grands-parents et à mon cher oncle Bachir et sa femme  
Dahbia.**

**À la plus belle sœur Douaa.**

**AU meilleur frère Mohammed Amin.**

**A mes frères Oulid Akram Ilyas.**

**A les plus beaux cousines Firouz dalila soumia khadidja.**

**À mes cousins Hakim Aymen Chihab.**

**À mes tantes Raouia et Fouzia Et à leurs enfants.**

**A mes amis Widad Asma Rachda Hind Sara Aya Et mes amis  
d'enfance.**

**À Mes collègues de l'Institut de technologie.**

## Liste des tableaux

Tableau II.1 Périodicité des observations.....	10
Tableau II.2 les résultats de la surveillance visuelle .....	11
Tableau II.3 les débits calcule .....	14
Tableau III.1 Type et nombre des appareils d'auscultation au niveau du barrage Tilesdit.....	22
Tableau III.2 lectures de piézomètre (16 mars 2022).....	28
Tableau III.3 Cellules interstitielles (15/03/2022).....	30
Tableau III.4 Cellules totales (15/03/2022).....	31
Tableau III.5 l'analyse comparative des niveaux des eaux d'infiltration sur le piézomètre groupe 1-2.....	34
Tableau III.6 Cotes des niveaux des eaux d'infiltration dans le noyau et la parafouille de la digue.....	36
Tableau III.7 Cotes des niveaux des eaux d'infiltration groupe 4.....	38
Tableau III.8 cotes des niveaux d'eaux d'infiltration dans le sondage à l'aval de barrage.....	39
Tableau III.9 : variation des surfaces et des volumes en fonction de côte .....	43
Tableau III. 10 Coordonnées de la ligne de saturation .....	45



## Liste des figures

Figure I.1 : barrage tilesdit.....	1
Figure I.2 : Localisation de barrage Tilesdit.....	2
Figure I.3 : Service et Bureaux de la direction du Barrage TILES DIT.....	4
Figure II.1 fissure N°3 au niveau de la galerie.....	12
Figure II.2 décrochement N°3 sur la tour de prise.....	12
Figure II.3 Captage de l'eau à la sortie de drainage gauche (28/03/2022).....	14
Figure II.4 traces de lessivage du béton dans la galerie.....	18
Figure II.5 vidange de fond.....	19
Figure II.6. Enrochement de la digue (16/05/2022).....	20
Figure III.1 Repères pour nivellement.....	22
Figure III.2 Tassomètre.....	22
Figure III.3 Piézomètre.....	23
Figure III.4 schéma de disposition du piézomètre du l'inclinomètre et du tassomètre.....	23
Figure III.5 schéma de l'installation des piézomètres.....	25
Figure III.6 méthode de lecture de piézomètre (16/03/22).....	27
Figure III.7 piézomètre N°2 désactive.....	29
Figure III.8 le tassement au niveau de zone de jonction.....	29
Figure III.9 poste de lecture.....	31
Figure III.10 cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres inclinés groupes 1 et 2 à l'épaulement gauche .....	35
Figure III.11 Cotes des niveaux d'eau dans les sondages groupes 1 et 2 à proximité de l'évacuateur.....	36
Figure III 12 Cote des niveaux d'eau sur piézomètres groupe 3 dans le noyau de la digue.....	37
Figure III.13 Cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres groupe 3 situés sur le massif aval.....	38

Figure III.14 Cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres groupe 4.....	39
Figure III.15 cotes des niveaux d'eaux dans les piézomètres groups 5.....	40
Figure III.16 Graphique des variations de la pression interstitielle sur les cellules 1....8, 23 et27.....	41
Figure III.17 Graphique des variations de la pression interstitielle sur les cellules 28...35.....	41
Figure III 18 Evolution de la pression totale dans les terrains du noyau.....	42
Figure III 19 schéma utilisé pour la méthode de kozeny pour déterminer le linge de saturation.....	44
Figure III.20Le traçage de ligne de saturation.....	47

## الملخص

تمثل مذكرة التخرج هذه ملخص شامل حول المراقبة على مستوى سد تيلسديت الذي يبعد عن ولاية البويرة ب 18 كلم تشمل هذه المذكرة كل ما هو متعلق بمراقبة سد لحمايته و ابقائه في الوضع الجيد و طرق التسمع و التدخلات اللازمة في حالة ما كان هناك خطر.

في هذه المذكرة سوف نرى ملخص شامل حول سد تيلسديت و كل ما هو متعلق بالمراقبة و ادوات و طرق المراقبة على مستوى السد و المشاكل التي يواجهها السد و نقص في معدات المراقبة و تعطل بعض الاجهزة و كيف يتم تحليل نتائج المراقبة من اجهزة الضغط و الخلايا.

### Résumé :

Le présent mémoire un résumé complète sur la surveillance et l'auscultation du barrage Tilsdet, situé distant de 18 km de la wilaya de Bouira.

Dans ce travail, nous verrons un résumé complet sur le barrage Tilsdet et tout ce qui concerne la surveillance et l'auscultation, les outils et les méthodes de surveillance au niveau du barrage, les problèmes rencontrés par le barrage, le manque de les appareilles de l'auscultation, la panne de certains appareils, et comment les résultats de l'auscultation sont analysés à partir des piézomètre et des cellules.

### Summary :

This memoir is a complete summary of the monitoring and auscultation of the Tilsdet dam, located 18 km from the wilaya of Bouira.

In this work we will see a complete summary about the Tilsdet dam and everything related to monitoring and auscultation, the tools and methods of monitoring at the dam, the problems encountered by the dam, the lack of monitoring, failure of certain devices, and how monitoring results are analyzed from piezometers and cells.

# Table de matière

## Résumé

## Listes des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

## Introduction générale

### Chapitre1 : Présentation d'Organisme d'Accueil

I .1.Introduction.....	1
I .2. Présentation du Barrage Tilesdi .....	1
I .2.1. Situation de barrage : .....	1
I .2.2. Entreprise de Réalisation du barrage TILESDIT : .....	2
I .2.3. Bassin versant principal:.....	2
I .2.4. Type de barrage:.....	2
I .2.5. Structure du barrage TILESDIT: .....	3
a) Evacuateur de crues :.....	3
b) Vidange de fond :.....	3
c) Tour de prise: .....	3
d) Galerie de reconnaissance :.....	3
e) Chambre des vannes aval. ....	3
f) L'échelle limnométrique:.....	3
I .3. Les missions de la direction du barrage TILESDIT .....	3
I .4. Organigramme Barrage TILESDIT .....	4
I .4.1.Service de maintenance des équipements hydromécaniques .....	4
I .4.1.1 Service Exploitation .....	5
I .4.1.2 Service d'auscultatin .....	5
I.5.Conclusion .....	8
Chapitre II : la surveillance du barrage	
II.1.Introduction.....	9
II.2 La surveillance du barrage .....	9

II.2.1. Périodicité des observations des ouvrages .....	9
II.2.2 Qualité d'eau .....	10
II.2.3 Surveillance visuelle .....	11
II.3 Mesure du débit des eaux de filtration .....	12
II.3.1 Débit drainage gauche.....	13
II.3.2 Le phénomène de renard.....	15
II.3.2 Détermination de la vitesse de filtration.....	15
II.4 Contrôle instrumental des déformations de la digue .....	16
II.5 Contrôle des déformations verticales de la digue .....	16
II.6 Estimation du comportement de l'ouvrage de prise d'eau .....	17
II.7 Estimation du comportement des talus du barrage .....	19
II.8 Conclusion .....	20
Chapitre III Auscultation du barrage	
III.1 Introduction .....	21
III.2. Appareils d'auscultation :.....	21
III.3.Observations instrumentales du régime de filtration .....	24
III.3.1. Généralités .....	24
III.3.2. Destination et construction des piézomètres et des cellules interstitiels et des cellules totales :.....	24
III.3.2.1. Piézomètres .....	24
III.3.2.2. les cellules interstitiel et les cellules totales :.....	26
III.4. Dépouillement et classement des résultats des observations :.....	32
III.5. Analyse et caractéristique du régime des eaux d'infiltration dans le corps de la digue et à l'aval du barrage .....	33
III.5.1. Analyse du réseau des piézomètres : .....	33
III.5.2. Analyse et caractéristique des cheminements des eaux d'infiltration :.....	34
III.5.2.3. Variations des niveaux dans les sondages groupes 1 et 2.....	34
III.5.2.4. Variations des niveaux d'eau dans les sondages groupe 3 .....	36
III.5.2.5. Variations des niveaux d'eau dans les sondages groupe 4 .....	38
III.5.2.6. Variations des niveaux d'eau dans les sondages groupe 5 .....	39

III.5.3 Analyse des pressions interstitielles dans la fondation et le noyau de la digue .....	40
III.5.3.1 Répartition de la pression interstitielle dans la fondation de la digue.....	40
III.5.3.2 Répartition de la pression totale dans le noyau de la digue .....	42
III.6. Auscultation du volume d'eau dans le barrage .....	43
III.7. Calcul d'infiltration .....	44
III.7.1. Objectif de calcul d'infiltration :.....	44
III.7.2. Hypothèses de calcul de la ligne de saturation.....	44
III.7.3. Calcul du débit de fuite par infiltration à travers la digue.....	48
III.7.4. Calcul du débit de fuite à travers la fondation .....	48
Conclusion.....	49
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>50</b>

## **Annexe**

### **La bibliographie**

## **Introduction Générale**

Les barrages sont des ouvrages art spécifiques de fait du caractère unique de chaque barrage et la complexité des comportements et des mécanismes mis en jeux. La réalisation des barrages répond à divers besoin : alimentation en eau potable, irrigation, protection contre les crues et la production de l'énergie électrique.

Les barrages en remblai sont les plus répondu en algérie à cause de leur simplicité et le faible cout de réalisation. Leur sécurité dépend de la bonne conception et réalisation suivie par une surveillance pendant la construction, la mise en eau et le long de l'exploitation.

L'auscultation et la surveillance d'un barrage visent à la détection précoce des discontinuités, des évolutions significatives, des irréversibilités traduisant des désordres. Les dispositifs l'auscultation sont des systèmes de mesures permettant de juger, par le suivi de paramètres représentatifs, le comportement du barrage et de ses fondations en regard des charges qui les sollicitent. Elles permettent d'indiquer à l'exploitant avant qu'il ne soit trop tard les travaux de confortement, nécessaires et, dans les cas extrêmes, les mesures d'urgence assurant la protection des populations en aval.

Le présent travail est organisé sous formes de trois chapitres comme suit :

- Chapitre I : Présentation lieu de stage.
- Chapitre II : la surveillance du barrage.
- Chapitre III : Auscultation du barrage.

En fin, ça travail se termine avec une conclusion génitale.

**Chapitre I :**  
**Présentation lieu de stage**



## Chapitre 1 : Présentation lieu de stage

### I.1. Introduction :

Mon stage de fin d'étude c'est dérouler au niveau de l'Agence nationale des barrages et transferts (ANBT) agence de Alger qui a été créé en 1985 par décret exécutif n° 85-163 en tant qu'établissement public à caractère administratif Quelques années plus tard, elle change de statut juridique pour devenir entreprise à caractère industriel et commercial.

### I.2. Présentation du Barrage Tilesdit :

Barrage de Tilesdit est un ouvrage hydraulique géré par une direction d'exploitation sur site dépendant de la direction général de l'agence national des barrages et transferts.



Figure I.1 : Barrage Tilesdit

#### *I.2.1. Situation de barrage :*

le barrage TILESDDIT situé dans la partie centrale de l'Algérie à 18 km à l'est de la ville de BOUIRA et à 4 Km de la route nationale n° 5 reliant Alger et Constantine.

## Chapitre 1 : Présentation lieu de stage



Figure I.2 : Localisation de barrage Tiledit

### ***1.2.2. Entreprise de Réalisation du barrage TILEDIT :***

Le barrage est réalisé par l'entreprise Russe ZARUBEZ HVOIDSTROY (En français entreprise d'Etat de Construction d'Ouvrages Hydrauliques) chargée aussi de l'étude et exécution : les travaux ont commencé au mois de juin de l'année Mille Neuf Cents quatre-vingt-seize (1996) et la mise en eau en avril de l'année deux mille quatre (2004).

### ***1.2.3. Bassin versant principal :***

- Superficie de bassin versant en amont du barrage :  $843 \text{ Km}^2$ .
- Apport moyen annuel  $83.06 \text{ Hm}^3$  /ans.
- Barrage ou prise d'eau à l'aval.

### ***1.2.4. Type de barrage :***

- Digue en terre avec noyau argileux.
- Volume mort :  $19.012 \text{ Hm}^3$ .
- Capacité initial :  $167 \text{ Hm}^3$ .
- Capacité dernier levé ;  $164,549 \text{ Hm}^3$ .
- Volume régularisé :  $73 \text{ Hm}^3$ /an.

## Chapitre 1 : Présentation lieu de stage

- Cote retenue normale (RN) 454.30.
- Longueur en crête 452.5m et largeur 10m.
- Cote plus haute eaux (PHE) :457m.

### ***I.2.5. Structure du barrage TILES DIT : [2]***

#### **a) Evacuateur de crues :**

- Type : Déversoir Polygonal avec un coursier et le saut de ski.
- Crue de projet (période de retour 100 an) : 2600 m<sup>3</sup>/sec.

#### **b) Vidange de fond :**

- Emplacement tour de prise rive droite.
- Capacité maximale : 24.8 m<sup>3</sup> /sec.

#### **c) Tour de prise :**

Tour de prise en béton à l'amont d'une hauteur de 75 m elle contient quatre prises d'eau avec grille, batardeau.

#### **d) Galerie de reconnaissance :**

Galerie d'injection d'une longueur de 120 m.

#### **e) Chambre des vannes aval.**

#### **f) L'échelle limnimétrique :**

Dispositif de mesure comportant une source de rayonnement ionisant et destiné à mesurer ou à déterminer le niveau d'un liquide ou d'un corps pulvérulent, même lorsque ce niveau est inaccessible, (Anglais : level mètre).

### **I.3. Les missions de la direction du barrage TILES DIT :**

La direction du barrage TILES DIT ces mission principale :

- assure l'alimentation en eau potable et l'irrigation, A cette fin.
- contrôle et surveille le barrage.

La direction du barrage TILES DIT est composée de Bureau de la directrice. Bureau d'adjoint de directrice, Bureau secrétariat, un magasin et 6 Services.

### I.4. Organigramme Barrage TILES DIT: [2]

L'organigramme suivant représente les différents services de la direction du Barrage. On s'intéresse uniquement à ceux qui ont relation avec le contrôle et l'auscultation.

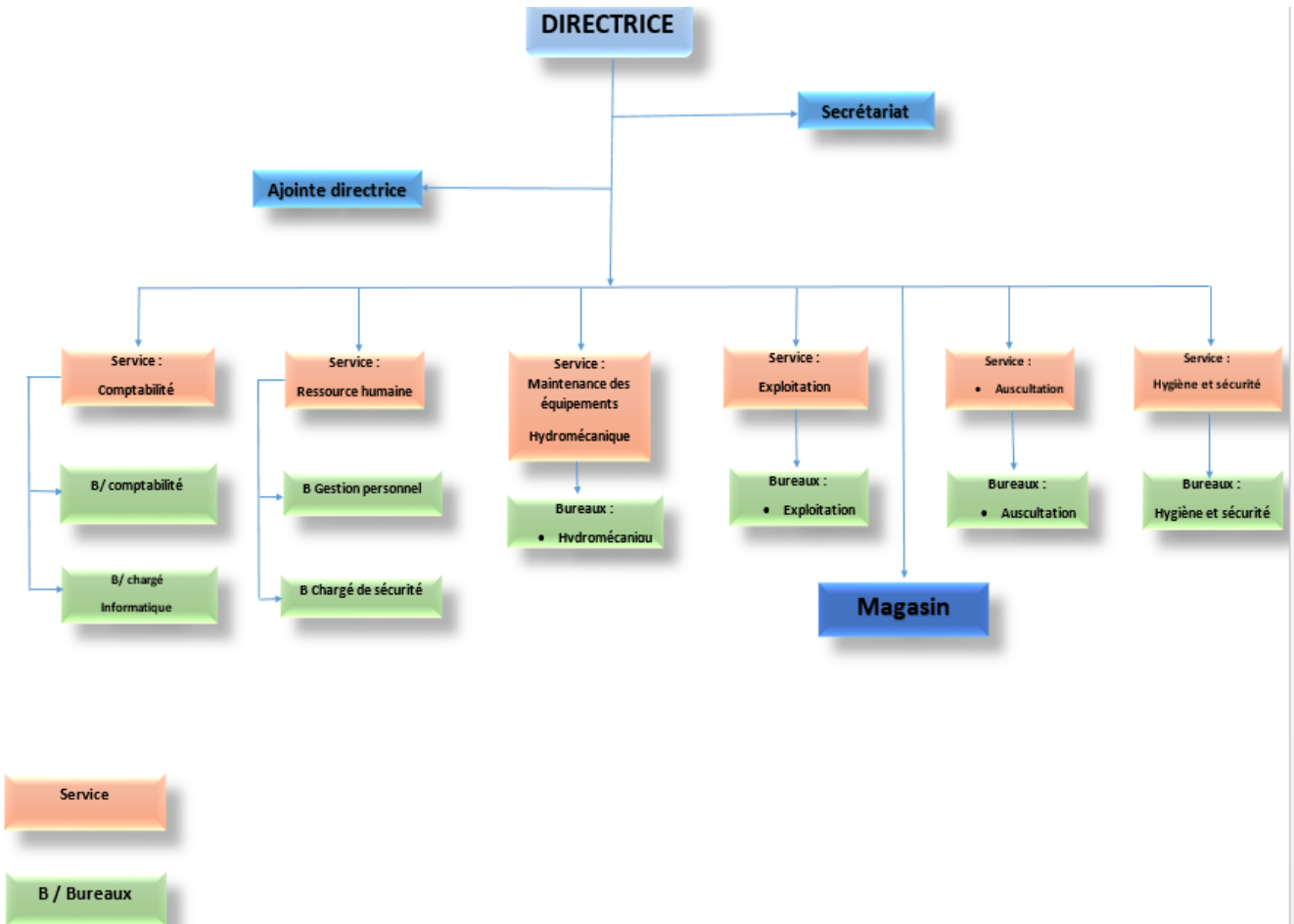


Figure I.3 : Service et Bureaux de la direction du Barrage TILES DIT

#### I.4.1 Service de maintenance des équipements hydromécaniques :

Les installations hydromécaniques du barrage TILES DIT sont composés de:

- Une vanne batardeau.
- Quatre(04) pertuis (prise d'eau) dotés de grilles.
- Chambre de réparation : Pont roulant.
- Chariot de transport.
- Deux(02) conduites de diamètre 1400mm.
- Vanne de service (vidange de font).
- Vanne batardeau.

## Chapitre 1 : Présentation lieu de stage

- Armoire de commande.
- Centrale hydraulique.
- Quatre (04) vannes papillons (02 pour eau potables et 02 pour irrigation).
- Jet-creux (décharge de conduite).

L'entretien de ces équipements consiste à leur nettoyage et graissage permanent d'où une exploitation efficace est assurée.

### **I.4.1.1 Service Exploitation :**

La fonction d'exploitation s'accroît essentiellement sur la gestion des données de la cuvette du barrage et faisant le relevé quotidien et permanent des mesures à travers l'échelle limnimétrique tel que (cote et volume). Le service produit de façon hebdomadaire des rapports d'exploitation en faisant sortir les cumuls d'affluents et de défluent en utilisant le tableau hauteur, capacité et surface.

#### **Lecture du plan d'eau :**

- A. La cote du plan d'eau est mesurée par une échelle limnimétrique (visuel) ou un limnimètre enregistreur (précision centimètre).
- B. Les précipitations sont obtenues par un pluviomètre installé sur le barrage, relevé quotidienne (précision millimètre/jour). Il peut parfois être nécessaire de prendre en compte d'autres sollicitations : niveau aval, nappe de versant ou fonte des neiges. La réponse de l'ouvrage est appréhendée par des mesures de déplacements et des mesures hydrauliques.

De même cette fonction développe six (06) rapports dont quatre (04) hebdomadaires pour le potable AEP) et deux (02) bimestrielles pour l'irrigation.

L'ensemble des productions sont transmises au niveau de l'unité d'intervention et de gestion des barrages du centre en chaque fin mois.

### **I.4.1.2. Service d'auscultation :**

L'auscultation est un ensemble d'examen et de mesures spécifiques faisant le plus souvent appel à des techniques élaborées, et qui vise à mieux connaître l'état réel d'un ouvrage pour aboutir à un diagnostic de sa pathologie.

## Chapitre 1 : Présentation lieu de stage

Dans le domaine des barrages comme dans bien d'autres cas, le risque zéro n'existe pas, d'où la nécessité d'un suivi méthodique du comportement des ouvrages. Après avoir exposé les principes de base de la surveillance et de l'auscultation des barrages, les auteurs nous rappellent ici les objectifs de l'analyse des différentes mesures.

La surveillance des barrages est basée sur l'inspection visuelle et l'auscultation ces deux (02) méthodes sont complémentaires :

**1) l'inspection visuelle :** est une méthode qualitative qui est fondamentale car elle intègre la complexité du comportement de l'ouvrage. Se fait par visite quotidienne sur tout l'ouvrage.

**2) l'auscultation :** est une méthode quantitative qui met en œuvre une instrumentation et une analyse des mesures spécifiques à chaque ouvrage. L'auscultation est indispensable pour le suivi du barrage, de sa conception à sa mise hors service. C'est une composante de son comportement structurel et du contrôle de la sécurité. Elle est également précieuse pour faire progresser la connaissance sur le comportement et le vieillissement du barrage.[1]

### Les mesures d'Auscultation :

Les types de mesures et d'appareils les plus répandus pour l'auscultation des barrages en remblai sont brièvement décrits ci-dessous. Ces mesures portent sur les sollicitations et sur la réponse de l'ouvrage. Les deux sollicitations principales sont la cote du plan d'eau et les précipitations.[2]

### Les mesures de déplacements :

Elles sont de trois types :

**1). les déplacements de surface :** mesurés par nivellement et planimétrie (tassements, mouvements Une collaboration tripartite développée entre le Cemagref, l'ENGREF et l'UPK (Université polytechnique de Cracovie) porte sur des disciplines telles que l'hydrologie et l'hydraulique, appliquées à la prévention des crues, la gestion et la conception des ouvrages hydrauliques, la prévention et l'analyse de risques ainsi que la qualité et la gestion des milieux aquatiques continentaux.[2]

**2). les déplacements en profondeur :** mesurés par des instruments installés le plus souvent lors de la construction (pendule, inclinomètre, inclinomètre. extensomètre, tassomètre).

## Chapitre 1 : Présentation lieu de stage

**3). les déplacements relatifs (fissuration) :** le long d'un joint ou d'une fissure, quantifiés par des instruments le plus souvent installés à la demande (fissuromètre, vinchon).

### Les mesures hydrauliques :

- Les débits de fuite, mesurés par empotement (collecte chronométrée avec un récipient gradué) ou par seuil calibré (déversoir à seuil avec limnimétrie, puis utilisation d'une loi de seuil pour calculer le débit). Ils concernent les drains, les puits de décompression, les zones de résurgence.
- Les charges hydrauliques, mesurées par des piézomètres.

**a). Le piézomètre :** le piézomètre à tube ouvert est le système le plus simple et le plus robuste. Il est implanté dans le corps du barrage, dans la fondation, les rives ou en aval. Il peut être installé à tout moment, par exemple pour un renforcement de l'auscultation, Il s'agit d'un forage de faible diamètre, équipé d'un tubage de quelques centimètres et crépine en parti inférieure sur une hauteur définissant la chambre de mesure. La mesure se fait à l'aide d'une sonde donnant la différence de cote entre la nappe et la tête du piézomètre, préalablement nivelée. La précision est de l'ordre du centimètre.[2]

**b). les pressions interstitielles :** mesurées par des cellules de pression interstitielle, appareils de faible dimension installés lors de la construction dans le corps du barrage ou dans la fondation. Le principe de mesure de la pression dépend du type d'appareil (cellule à contre-pression ou cellule à corde vibrante). La précision est 0,1 à 1 kPa (soit 1 à 10 cm).[2]

### La Mesure par l'exploitant

Pour réaliser les mesures d'auscultation, l'exploitant peut utiliser allant d'un tableau papier à un périphérique électronique portable.

Les conditions essentielles pour obtenir des séries de mesures fiables et de qualité sont les suivantes :

- les différents instruments de mesure doivent être clairement identifiés avec un système qui ne laisse aucune ambiguïté (par exemple une lettre par type d'instrument, une éventuelle identification de la rive ou de la galerie et une numérotation dans un ordre logique) Avec le temps et les différentes évolutions apportées au système d'auscultation, il peut parfois être intéressant de reprendre complètement un système d'identification qui serait devenu trop complexe.

## **Chapitre 1 : Présentation lieu de stage**

- le repérage des instruments doit également être rigoureux avec un report sur des vues en plan et des coupes qui figurent dans la consigne de surveillance du barrage.
- les systèmes de lecture des mesures doivent être facilement accessibles et bien éclairés.

### **I.5.Conclusion :**

Ce chapitre a été un pont d'initiation aux travaux réalisés et j'ai fait une définition complète d'un lieu stage barrage tilesdit et l'organisme de ce barrage et j'ai basé surtout à ceux qui ont relation avec le contrôle et l'auscultation.

La partie suivante de ce rapport expliquez tout ce qui concerne de la surveillance du barrage et l'auscultation du barrage.



## **Chapitre II : la surveillance du barrage**

## Chapitre II : la surveillance du barrage

### II.1. Introduction :

La surveillance systématique des barrages doit se concentrer sur l'identification des infiltrations possibles et des zones d'infiltration, de déformation et de fissures. Elle doit être complétée par une auscultation plus précise, surtout lorsque l'ouvrage a présenté, des difficultés particulières lors de sa construction, ou lorsque ses dimensions sont relativement instables. Les principaux équipements d'auscultation utilisés peuvent être divisés en cinq grandes catégories :

- Mesure du déplacement de surface par procédé topographique.
- Mesure du déplacement interne des barrages en matériaux meubles par affaissement inclinomètres, et par pendule pour les barrages en béton.
- Mesure de la fondation rocheuse et du volume par extensomètres.
- Déformation locale des structures en béton.
- Mesure de phénomènes hydrauliques (mesure de débit de fuite, manomètre de mesure de pression interstitielle et mesure de contrainte et de température).[3]

### II.2. La surveillance du barrage :

L'inspection visuelle est une méthode qualitative qui est fondamentale car elle intègre la complexité du comportement de l'ouvrage. Elle permet de détecter toutes anomalies existantes pour remédier rapidement.

#### II.2.1. Périodicité des observations des ouvrages :

Le tableau ci-dessous liste la période de surveillance affecté pour chaque type d'observation pendant la mise à eau, après deux ans d'exploitations et après cinq ans d'exploitations.

## Chapitre II : la surveillance du barrage

Tableau II.1 Périodicité des observations : [2]

Type d'observations		Périodicité		
		Pendant la mise à eau	Après 2 ans d'exploitation	Après 5 ans d'exploitation
1	Niveau d'eau en amont et aval	Journalier		
2	Visite de la digue ouvrages	Journalier		
3	Nivellement des repères	1fois /5 jours	1fois /mois	1fois /ans
4	Niveau d'eau dans les piézomètres sans pression	Journalier	1 fois/ 10 jours	1 fois / mois
5	pendant la mise à eau rapide et pendant le rabattement du niveau	2 fois /jour	1 fois /5jours	
6	Mesure de pression d'eau dans les piézomètres profonds et de la pression interstitielle au contact du noyau et de la fondation et dans le noyau à l'aide des convertisseurs de pression	Journalier	1fois/10 jours	1fois /1mois
7	Observations des débits d'eau dans les drainages et foyers de filtration	1fois/jour	1fois /15jours	1fois/trimestre
8	Id pendant les crues et pluies torrentielles	Journalier		
9	Contrôle du béton de l'évacuateur et de l'ouvrage de prise d'eau	Mensuel	mensuel	1fois/trimestre
10	Control de la fixation des talus	Journalier	mensuel	1fois/trimestre
11	Control des ouvrages de drainage	Journalier et après chaque forte pluie	1 fois /trimestre et après chaque forte pluie	
12	Observation de l'érosion des rives et de l'envasement de la retenue	Après les crues et au cas d'un rabattement important du niveau de la retenue		
13	Prélèvement des échantillons d'eau pour l'analyse chimique	1 fois/trimestre		1fois/an
14	Visite détaillée des ouvrages par commission avec l'établissement du procès-verbal de la visite	Après crue et mise à eau de la retenue	2fois/an	

Ce qui a été remarqué qu'après cinq ans d'exploitation les périodes des observations changes par rapport au tableau ci-dessus.

La période de observation de mesure de pression d'eau dans les piézomètres profonds et de la pression interstitielle au contact du noyau et de la fondation et dans le noyau à l'aide des convertisseurs de pression a été fait 1 fois / semaine.

### **II.2.2 Qualité d'eau :**

Pour contrôler le régime de filtration il faut faire régulièrement, une fois par trimestre, l'analyse chimique d'eau prélevée dans les piézomètres, drainages de l'évacuateur et foyers de filtration. Avant le prélèvement des échantillons d'eau des piézomètres il est souhaitable de faire un pompage pour changer l'eau dans le piézomètre au moins deux fois.[2]

## Chapitre II : la surveillance du barrage

### II.2.3 Surveillance visuelle :

Depuis que le barrage de Tilesdit en 2004 a été mis en exploitation, le service auscultation est responsable de la surveillance : des fissures (voir figure II.1), les déformations, le décrochement (voir figure II.2) et les fuites ...etc. Cette surveillance est assurée chaque semaine.

#### II.2.3.1 Quelque résultat de la surveillance visuelle :

Le tableau II.2 présente les résultats de la surveillance visuelle durant la période de stage.

Tableau II.2 Résultats de la surveillance visuelle durant la période de stage

Le type \ La date	Epaisseur de l'anomalie	
	28/03/2022	07/04/2022
Fissure N°1	05cm	05cm
Fissure N°2	28cm	28cm
Fissure N°3	04mm	04mm
Fissure N°4	1.8cm	1.8cm
Décrochement N°1	05cm	05cm
Décrochement N°2	08cm	08cm
Décrochement N°3	6cm	06cm
Décrochement N°4	2.7cm	2.7cm

Ce qui a été remarqué que les mesures de ces types de déformation sont stables durant cette période de mesure, et en basant sur les anciennes mesures la stabilité de ces déformations, ce qui reflète la stabilité du barrage. Néanmoins, le risque n'est pas loin, surtout lorsqu'on examine la fissure N°2 de 28 cm qui risque d'être une ligne sensible en cas de séisme. Dans ce cas on recommande de traiter immédiatement ces déformations avant qu'elles s'élargissent et causent de graves dégâts dans le futur. Il existe plusieurs techniques pour traiter les fissures tel que :

- L'injection (résine époxydique) qui consiste à faire pénétrer dans la fissure un produit qui va créer une continuité mécanique et/ou une étanchéité entre les parties disjointes. Elle s'applique à des fissures dont l'ouverture est au moins comprise entre 0,1 et 0,2 mm. L'injection par un produit souple permet son adaptation aux mouvements

## Chapitre II : la surveillance du barrage

généérés par les variations thermiques et hygrothermiques. L'injection par un produit rigide permet d'assurer la continuité de la matière.

- On peut aussi opter à mettre en œuvre sur la surface de la structure fissurée un revêtement qui ferme les fissures. Il est applicable lorsque la fissuration est anarchique et concerne l'ensemble du support.
- Dans le cas des décrochements on peut proposer la mise en place des joints.



Figure II.1 Fissure N°3 au niveau de la galerie



Figure II.2 Décrochement N°3 sur la tour de prise

### II.3. Mesure du débit des eaux de filtration

La détermination du débit d'eau de filtration à travers les drainages de l'évacuateur se fait une fois par mois pendant la première année d'exploitation et une fois par trimestre postérieurement.

Au cas de l'apparition des foyers d'une filtration concentrée en aval ou bien sur le talus aval de la digue la mesure se fera d'urgence journallement jusqu'à l'arrêt de cette filtration ou bien de sa stabilisation. Après la stabilisation, la mesure se fait, au moins, une fois par semaine.

La détermination du débit dans les drainages et les foyers de filtration locale peut se faire par plusieurs procédés. De petits débits ne dépassant pas 01 l/min. sont mesurés à l'aide des

## Chapitre II : la surveillance du barrage

réipients jaugés. Pour les débits importants, on pratiquera les déversoirs jaugés à une fente triangulaire.

Pendant la détermination du débit de filtration par le procédé volumique, on aménage un puisard et rigole à la fin du drainage ou à la sortie des eaux de filtration. L'eau est dirigée par rigole dans un récipient jauge avec la capacité de 10-20 litres. Le débit est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Q = \frac{V}{\Delta T}$$

- V : volume d'eau ramassée dans le récipient jauge.
- $\Delta T$  : la durée du prélèvement.

Le débit d'eau qui passe par un déversoir jaugé avec un angle de fente calculé à l'aide de la formule :

$$Q=0.014H^{5/2}$$

Où :

H : charge au déversoir en cm.

La charge au déversoir est mesurée à l'aide d'une règle posée à la distance d'au moins de 2H de l'arête du déversoir.

### ***II.3.1 Débit drainage gauche :***

Ici les eaux qui sortent du drainage couvert sont captées. Le captage est représenté par un petit puits doté d'une barbacane. L'eau est douce, transparente. Le renard n'est pas observé. Le débit est mesuré à l'aide d'un récipient gradué de 12,5 l (figure .II.3).

## Chapitre II : la surveillance du barrage



Figure II.3 Captage de l'eau à la sortie de drainage gauche (28/03/2022)

Le tableau II.3 présenté les débits que j'ai mesuré pendant la période de stage :

Tableau II.3 les débits calculés

Le type \ La date	La remarque	
	28/03/2022	07/04/2022
Débit source	0.2l/s	0.2l/s
Débit drain droit	0.5l/s	0.5l/s
Débit drain gauche	0.25l/s	0.25l/s

La stabilité des débits de fuites reflète un état rassurant.

Dans le troisième chapitre, j'ai calculé le débit de fuite qui est de  $5,25 \cdot 10^{-7} m^3/s$

A travers la digue et de  $1,112 \cdot 10^{-4} m^3/s$  à travers la fondation.

Par conséquent, les débits n'ont pas dépassé le débit de fuite par infiltration à travers la gigue on peut dire qu'il s'est produit une amélioration dans la perméabilité de l'ouvrage suite au colmatage.

Une augmentation des débits traduit le vieillissement de l'étanchéité. Le phénomène est d'autant plus inquiétant qu'il est rapide. Il convient dans tous les cas d'essayer de cerner l'origine de l'évolution des débits en scindant si possible les zones de mesure. Une

## Chapitre II : la surveillance du barrage

augmentation des débits peut refléter un colmatage du dispositif de drainage qui se trouve peu à peu contourné et ne contrôle plus les débits de fuite. Dans ce cas très inquiétant, la piézométrie va augmenter et les écoulements non contrôlés peuvent être à l'origine de renards ou de glissements du talus aval des barrages en terre.

Une diminution des débits peut être imputée à une amélioration naturelle de l'étanchéité du barrage et de sa fondation par colmatage à l'amont de la porosité et des fissures. Ce cas est évidemment tout à fait favorable et rassurant.[5]

### ***II.3.2. Le phénomène de renard :***

Afin d'éviter le phénomène de RENARD (Ennemi Silencieux des Barrages), sous la pression et la pression interstitielle du corps du barrage, un dispositif de drainage est conçu, dont la fonction est d'intercepter les eaux d'infiltration, afin qu'elles ne causent aucun dommage néfaste au barrage en aval. Afin de détecter le phénomène des renards, des échantillons ont été prélevés afin de mesurer la turbidité de l'eau. Au cours de la première année d'exploitation, ces échantillons ont été prélevés mensuellement et trimestriellement par la suite. Ce prélèvement est également effectué en cas d'augmentation de débit non liée à une montée du niveau d'eau de la retenue ou à un événement pluviométrique. D'après le service d'auscultation ce phénomène n'est pas rencontré au niveau du barrage tilesdit.[6]

### ***II.3.3 Détermination de la vitesse de filtration :***

Pour déterminer la vitesse réelle du déplacement des eaux de filtration on applique les méthodes chimique, électrolytique, colorimétrique ou des isotopes radioactifs.

La méthode chimique permet de déterminer le contenu en solutions des sels dans les piézomètres. Le sodium chlorhydrique, le calcium chlorhydrique et l'ammonium chlorhydrique sont utilisés en qualité des indicateurs La méthode électrolytique permet de détecter la concentration de sels dans le forage du piézomètre par mesure de la conductibilité électrique d'eau:



## Chapitre II : la surveillance du barrage

La méthode colorimétrique est basée sur la détermination du temps de transit de la substance colorante entre deux forages.

La méthode des isotopes radioactifs permet de déterminer la vitesse du flux de filtration à l'aide des observations du courant des isotopes radioactifs incorporés dans le flux.[2]

La vitesse de filtration d'eau est calculée à l'aide de la formule:

$$V = \frac{L}{t}$$

L : distance entre le forage initial et celui-ci d'observation:

T : temps du transit de la matière colorante.

### II.4 Contrôle instrumental des déformations de la digue :[2]

Les contrôles à l'aide des instruments permettent de déterminer la valeur des tassements, déplacements horizontaux et la dynamique de leur changement.

Le matériel suivant est implanté sur la digue pour ces observations:

- repères superficiels de sol.
- repères d'appui de plan.
- repères d'appui de plan et hauteur.
- tassomètre magnétique.
- inclinomètre.

### II.5 Contrôle des déformations verticales de la digue :

Les observations des déformations verticales de la digue se font par un nivellement périodique des repères superficiels de sol.

Pendant la première année d'exploitation ce contrôle se fait 2 fois par mois, ensuite il se fait 1 fois par trimestre. Au cas d'une diminution sensible des déformations, après 2 ans d'exploitation, les observations peuvent se faire 2 fois par an, en cas de la stabilisation une fois par ans.

## Chapitre II : la surveillance du barrage

Dans le cas de la progression des effets complémentaires externes sur la digue (changement anormal du niveau d'eau dans la retenue, le renard mécanique, impacts sismiques) les observations se feront plus souvent. La périodicité des observations à ce stade sera définie par le chef du service d'exploitation.

La mesure des déformations verticales des repères superficiels de sol implantés sur la digue et les attenants au terrain se fait par un cheminement fermé entre les repères d'appui. Le contrôle des repères d'appui par nivellement (coordonnées et cotes) se fera au moins une seule fois par ans.

Les résultats de nivellement sont consignés dans les registres d'observation: Le traitement des résultats doit se faire immédiatement après les travaux pour estimer l'exactitude et la précision des mesures effectuées. Le dépouillement initial des résultats consiste en calcul des côtes et valeurs de tassement des repères par comparaison avec les données des levées précédentes. Si les différences sensibles sont signalées entre les résultats de nivellement et de levée précédent, il est nécessaire de réaliser un levé de contrôle et c'est seulement après un contrôle de sa fiabilité que les résultats seront consignés dans le registre. [2]

### II.6 Estimation du comportement de l'ouvrage de prise d'eau :

Après le diagnostic de l'ouvrage de prise d'eau, il est constaté que son exploitation normale à l'état actuel est en principe possible. Cependant, il est nécessaire d'attirer l'attention aux faits négatifs qui sont liés en général avec l'exécution des travaux et particulièrement avec l'aménagement des joints entre les sections de bétonnage, la qualité et la densité du béton mis en place, l'épaisseur de l'enrobage des armatures et d'autres. Dans l'avenir, ces phénomènes risquent de compromettre l'intégrité du béton.

A la date de la visite, la partie basse de la galerie qui se trouve à l'extérieur de la zone d'action des charges d'eau était parfaitement sèche. En certains endroits sur les tuyaux et le sol, on voit les traces de lessivage du béton qui évidemment sont liés avec les pluies et l'humidification des remblais de la galerie.

Pour éviter ces phénomènes dans l'avenir, la surface intérieure de la voûte de la galerie est à recouvrir par un revêtement (peinture ou un matériau de grande étanchéité tel que le badigeonnage hydrofuge).

## Chapitre II : la surveillance du barrage



Figure II.4 traces de lessivage du béton dans la galerie

Auparavant, pour évacuer les eaux de fuites de la tour et de la galerie, sur le sol de la galerie il a été creusé une ouverture destinée à chasser ces fuites dans le canal transitant l'eau de la vidange de fond. Une fois les travaux de réparation terminés, cette ouverture doit être obturée, sinon il y a le risque d'immersion de la galerie pendant l'évacuation de l'eau à travers la vidange de fond.

On a détecté des fuites assez importantes à partir de la retenue à travers les garnitures du joint de la vanne de vidange de fond.

Pour les supprimer, il y a lieu de changer les garnitures du joint de la vanne principale de la vidange de fond.[7]

## Chapitre II : la surveillance du barrage



Figure II.5 vidange de fond [7]

### **II.7 Estimation du comportement des talus du barrage :**

L'examen visuel a montré que la protection en enrochement se trouve en parfaite état (Figure Depuis le remplissage du barrage jusqu'au niveau NRN en 2007 et à la date du diagnostic (2022), aucune trace de l'érosion sur le talus amont suivant toute sa longueur n'a été trouvée. Cela met en exergue le choix adéquat de la granulométrie de l'enrochement eu égard au battillage et la bonne exécution des travaux.

## Chapitre II : la surveillance du barrage



Figure II.6. Enrochement de la digue (16/05/2022)

### II.8. Conclusion :

Dans ce chapitre on a parlé de la surveillance du barrage dont l'objectif essentiel est le suivi de son état pour garder le barrage en meilleure sécurité et faciliter l'intervention dans le cas d'un danger suspecté. On cherche donc à déceler tout signe avertisseur tel que les crues et séismes de changement dans le comportement de l'ouvrage et de détecter toutes anomalies existantes et d'essayer d'apporter quelques solutions.

Ce qui a été remarqué au cours de la période de stage au niveau du barrage Tilesdit que la surveillance et l'auscultation existe, par contre les problèmes ne sont pas traités.

## **Chapitre III : Auscultation du barrage**

## Chapitre III : Auscultation du barrage

### III.1. Introduction :

L'auscultation est une méthode quantitative basée sur la mesure d'instruments, choisis et soigneusement positionnés. Le dispositif d'auscultation doit être conçu en fonction du type, des dimensions et des particularités techniques du barrage. Ce dispositif, très simple pour les petits barrages, sera plus dense pour les barrages de moyenne et grande dimension. Il peut évoluer pendant la durée de vie de l'ouvrage par ajout d'instruments défaillants et par ajout d'autres instruments en cas d'anomalies ou d'inquiétudes sur le comportement du barrage.

Les barrages peuvent être affectés par des déplacements superficiels, des déplacements internes, des déformations locales et des phénomènes hydrauliques.

Quel que soit le type de barrage, les paramètres suivants peuvent être mesurés :

- Déplacement externe.
- Déplacement interne.
- Pression.
- Débit.
- Contrainte.

### III.2. Appareils d'auscultation :

Les appareils d'auscultation existant au niveau du barrage Tilesdit sont regroupés dans le tableau III.1

## Chapitre III : Auscultation du barrage

Tableau III.1 : Type et nombre des appareils d'auscultation au niveau du barrage Tilesdit [2]

N°	Type d'appareils	Quantité
1	Les repères superficiels de sol	58
2	Tasso mètre	1
3	Inclinomètre	1
4	Repères superficiels de béton	59
5	Repères d'appui de plan	8
6	Repères pour nivellement	6
7	Piézomètre	30
8	Cellules totales	20
9	Cellule interstitielles	20

Les figures III.1, III.2 III.3 représente appareils d'auscultation



Figure III.1 : Repères pour nivellement



Figure III.2 : Tassomètre.



## Chapitre III : Auscultation du barrage



Figure III.3 : Piézomètre

### Localisation des piézomètres :

Localisation des piézomètres, de l'inclinomètre et de le tassement au niveau de l'ouvrage est présentée dans la (figure. III.4)

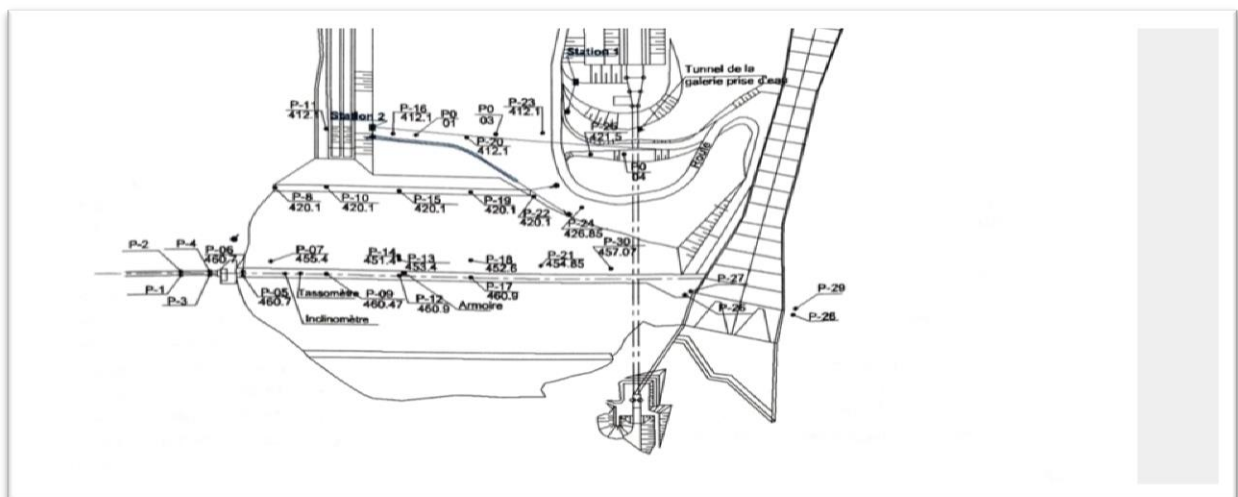


Figure III.4 : Schéma de disposition du piézomètre du l'inclinomètre et du tassement [7]

## Chapitre III : Auscultation du barrage

### III.3.Observations instrumentales du régime de filtration :[2]

#### *III.3.1. Généralités :*

Les observations instrumentales du régime de filtration sont un élément majeur d'estimation de la fiabilité de la digue en exploitation.

Les observations du régime de filtration comprennent les contrôles suivants :

- efficacité de fonctionnement du voile imperméable à la fondation et dans l'épaulement gauche de la digue.
- filtration au contact du noyau avec la fondation et l'épaulement gauche.
- filtration au contact de la digue et du remblai inverse de l'évacuateur.
- surface de dépression dans le corps de la digue.
- pression interstitielle dans le noyau de la digue.

Les observations du régime de filtration se font à l'aide :

- de piézomètres sans pression.
- convertisseurs de la pression.
- piézomètres descendant de pression.

#### *III.3.2. Destination et construction des piézomètres et des cellules interstitiels et des cellules totales :*

##### **III.3.2.1. Piézomètres :**

Les éléments principaux de la construction des piézomètres sans pression sont les suivants :

- filtre.
- tube piézométrique.
- Bouchon.
- tube-trappe.

## Chapitre III : Auscultation du barrage

La construction des piézomètres sans pression installés dans les forages inclinés et verticaux est représentée sur la figure III.5.

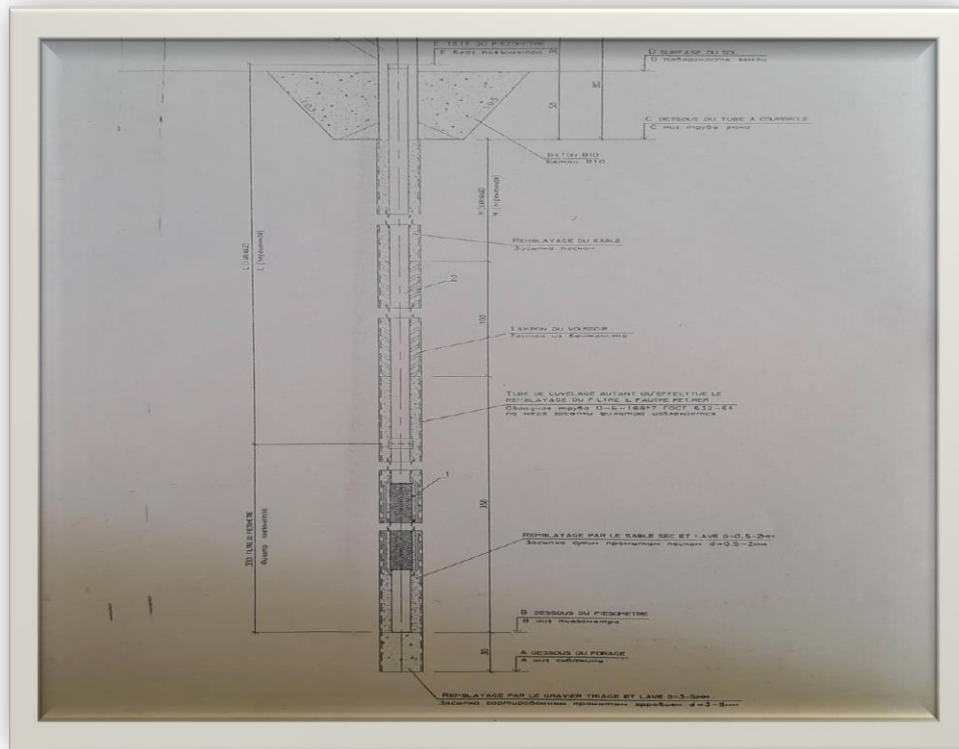


Figure III.5 : Schéma de l'installation des piézomètres[2]

Les piézomètres sans pression peuvent être utilisés pour la détermination des paramètres suivants du flux de filtration :

- position de cône de dépression.
- valeur des débits.
- vitesse d'écoulement.
- Température.
- composition chimique.

**Mesure du niveau d'eau dans les piézomètres et la lecture des indications des convertisseurs de pression :**

## Chapitre III : Auscultation du barrage

La mesure du niveau d'eau dans les piézomètres sans pression se fait à l'aide du ruban à mesurer.

La cote du niveau d'eau est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$H_w = H_p - L$$

Ou :

- $H_w$  : cote absolue du niveau d'eau dans le piézomètre.
- $H_p$  : cote absolue du haut de tube du piézomètre.
- $L$  : lecture sur le ruban à mesurer.

### III.3.2.2. les cellules interstitiel et les cellules totales :[2]

Les convertisseurs de pression installés dans les forages (cellules interstitiel et les cellules totales).

Un convertisseur est composé du corps cylindrique, du filtre, de la membrane, de la corde et du câble de raccordement. Le principe d'action est basé sur la détermination de la fréquence des vibrations libres de la corde en fonction de sa tension. La corde est mise en vibration par une impulsion d'excitation à l'aide du poste de lecture GT 1174. Ce poste de lecture est utilisé pour générer une impulsion d'excitation ainsi que pour la réception de la fréquence d'oscillation sinusoïdale de la corde. La pression mesurée d'eau exerce son action sur la membrane du capteur ce qui fait diminuer la tension de la corde et, par conséquent, provoque le changement de la période d'oscillations interne de la corde:

Le rapport entre la valeur du signal de sortie enregistrée par le poste de lecture et la pression d'eau est déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$V_m = F_j \times (F_0^2 - F_1^2) \times 10^{-3}$$

Ou:

- $V_m$  : pression d'eau en bar
- $F_j$  : facteur de jauge dépendant de chaque capteur :

## Chapitre III : Auscultation du barrage

- $F_0$  : fréquence initiale en Hz à l'état zéro de chaque capteur
- $F_1$  : fréquence en Hz à l'instant  $T_1$ .

$$F_0 = \frac{10^7}{T_0}$$

Où :

$T_0$  : Période d'oscillation de la corde pour le point zéro de chaque convertisseur.

$T_1$  : Période d'oscillation de la corde pour la pression mesurée déterminée par le poste de lecture GT 1174.

Les valeurs  $F_j$ ,  $F_0$  et  $T_0$  figurent sur les fiches d'étalonnage remises par la firme pour chaque capteur.

Durant mon stage j'ai pu réaliser quelques lectures récapitulées dans le tableau. III.2 qui vont me servir dans les interprétations ultérieures.

La figure III.6 et le tableau III.2 suivant représenté la lecture de piézomètre :



Figure III.6 : Méthode de lecture de piézomètre (16/03/22)

## Chapitre III : Auscultation du barrage

Tableau III.2 Lectures de piézomètre (16 mars 2022)

N° de piézomètre	Cote	La lecture	Niveau	profondeur	Situation
1	461.2	12.89	448.31	12.9	Galerie d'injection
2	461.2	/	-	12.9	Galerie d'injection
3	460.9	20.25	440.65	22.6	Galerie d'injection
4	460.9	17.98	442.92	22.6	Galerie d'injection
5	460.7	16.69	444.01	40.40	Crête digue
6	460.7	19.14	445.56	40.4	Crête digue
7	455.4	28.29	427.11	50.10	Corps digue
8	420.10	06.64	431.46	20.8	Berme digue
9	457.4	32.98	424.42	60.80	Crête digue
10	420.10	/	-	21.30	Berme digue
11	412.1	05.29	406.81	21.40	Aval digue
12	460.7	26.38	434.32	60.60	Crête digue
13	453.4	49.38	403.50	59.80	Corps digue
14	451.4	47.80	403.60	71.10	Corps digue
15	420.1	1300	407.20	13.80	Berme digue
16	412.1	13.17	398.53	31.40	Aval digue
17	460.9	28.08	432.62	60.60	Crête digue
18	452.6	43.10	414.50	58.60	Corps digue
19	420.1	15.85	404.25	17.40	Berme digue
20	412.1	12.56	399.54	21.80	Aval digue
21	454.85	33.49	421.36	51.70	Corps digue
22	420.1	/	-	9.80	Berme digue
23	412.1	07.74	404.36	11.80	Aval digue
24	436.85	30.33	406.52	36.55	Aval digue
25	433.10	16.53	416.57	20.20	Aval digue
26	460.7	/	-	22.80	Zone d'injection
27	460.7	13.30	446.80	19.40	Digue évacuateur
28	460.2	15.28	444.92	19.40	Rive droite
29	460.43	15.16	445.27	18.40	Rive droite
30	457.03	23.48	433.55	25.55	Corps digue

Comme nous l'avons vu dans le tableau ci-dessus il y a des piézomètres qui n'a pas de lecture

Je suggère quelques raisons :

- Le piézomètre dans le site l'état sec.
- Le piézomètre N°2 a était désactivé tel que le Figure III.7.
- Il existe un tassement auprès de piézomètre comme tel que le piézomètre N° 26 au niveau de la zone de jonction la Figure III.8 représente le tassement.



## Chapitre III : Auscultation du barrage



Figure III.7 piézomètre N°2 désactive



Figure III.8 le tassement au niveau de zone de jonction

### ***III3.2.3.1. Maintenance du réseau de piézomètres :***

Avec un envasement des filtres des piézomètres ou de leur colmatage par les produits de corrosion la sensibilité des piézomètres baisse. Pendant l'exploitation il est nécessaire de contrôler la sensibilité des piézomètres par lavage ou pompage d'eau des piézomètres. Dans

## Chapitre III : Auscultation du barrage

les piézomètres dont les filtres se trouvent dans la roche, le niveau d'eau après le remplissage ou pompage doit se rétablir pendant au moins d'une heure. Le temps de rétablissement du niveau pour les piézomètres installés dans les argiles ne doit pas dépasser 6-12 heures.

Etant donné que le niveau d'eau dans un piézomètre est déterminé par rapport au niveau du haut du tube, sa cote doit être précisée annuellement par un nivellement.

Le tableau III.3 III.4 et la figure III.9 représenté la lecture de cellule interstitielle et cellule total

Tableau III.3 Cellules interstitielles (15/03/2022)

N° cellule	Cote	Zone de post	Période	$F_0$	$F_0^2 \cdot 10^{-3}$	F de jauge $10^{-6}$	$F_1$	$F_1^2 \cdot 10^{-3}$	$V_m$
1	393.63	2+25	0.04342	3059.97	9363.41	993	2303	5303	4031
2	393.36	2+25	0.03137	3312.35	10975.6	908	3107	10156	1702
3	391.70	2+60	0.03513	3189.79	10175.7	1865	3846	8099	3869
4	391.70	2+60	0.03616	3189.79	10177.7	975	2765	7645	4303
5	393.70	2+60	0.03864	3117.20	9716.93	137	2587	6692	416.36
6	393.70	2+95	0.03414	3208.21	10292.6	2093	2929	8579	435.22
7	393.70	2+95	0.03042	3016.59	9099.81	2093	2902	6770	429.52
8	393.70	2+95	0.03465	3093.10	9567.26	981	2886	8328	442.45
23	380.00	2+25	0.03609	3220.61	103728	1966	2770	77672	405.84
24	365.00	2+25	0.03716	3158.55	9976.43	2091	2691	7241	433.07
25	380.00	2+60	0.03419	3375.81	11396.1	2093	2931	8590	416.8
27	380.00	2+60	0.03358	3242.54	10514.1	2023	2977	8862	423.71
28	380.00	2+60	0.0361	3077.87	9473.28	900	2524	6370	413.41
29	380.00	2+60	0.03661	3194.88	10207.2	230	2731	7458	407.2
31	365.00	2+95	0.03825	3117.20	9916.93	2061	2614	6834	435.8
32	380.00	2+95	0.04441	2788.62	7776.40	2080	2251	5067	428.55
33	380.00	3+30	0.03583	3180.66	10116.2	2023	2790	7784	436.35
34	380.00	3+30	0.03708	3228.93	10425.9	959	2696	7268	427.18
35	390.00	2+05	0.03396	3227.18	10286.2	225	2944	8667	410.28
36	390.00	2+05	0.03516	3207.18	10286.0	1075	2844	8088	393.21



## Chapitre III : Auscultation du barrage

Tableau III.4 Cellules totales (15/03/2022)

N° Cellule	Cote	Zone de post	Période	$F_0$	$F_0^2 \cdot 10^{-3}$	F de jauge $10^{-6}$	$F_1$	$F_1^2 \cdot 10^{-}$	$V_m$
9	400.70	3+30	0.03325	3151.58	9932.45	1342	3007	9042	1.194
10	400.70	3+30	0.03495	3203.07	10259.6	949	2861	8185	1.968
11	406.67	2+05	0.03056	3079.76	9484.92	991	2520	6350	3.106
12	406.67	2+05	0.03591	3084.51	9514.20	976	2784	7750	1.721
13	408.00	2+95	0.03370	3257.32	10610.1	1786	2967	8803	3.227
14	408.00	2+95	0.03237	3423.48	11720.2	1061	3089	9541	2.211
15	422.97	1+85	0.03351	3092.14	9565.32	1030	2984	8904	0.676
16	422.97	1+85	0.03293	3191.82	10187.7	1022	3036	9217	0.991
17	423.40	2+95	0.03260	3129.89	9796.21	985	3067	9406	0.383
18	423.00	2+95	0.03371	3235.19	10466.4	965	2966	8797	1.610
19	441.6	1+65	0.03465	3235.19	8604.89	1046	2886	8328	0.288
20	444.6	1+65	0.03406	2933.41	8868.24	0	2935	8614	0
21	441.60	1+65	003173	2977.96	10097.2	1026	3135	9928	0.172
38	405.00	1+85	0.03432	3075.03	9455.80	997	2913	8485	0.967
39	420.00	1+65	0.03465	3208.21	10792.6	972	2886	8328	1.908
40	420.00	1+65	0.02777	3247.80	10548.25	1006	3601	1296	1.433

## Chapitre III : Auscultation du barrage



Figure III.9 : poste de lecture

### III.4. Dépouillement et classement des résultats des observations :[2]

Les résultats obtenus des piézomètres et convertisseurs de pression sont consignés dans les registres d'observations .A base des données enregistrées dans le registre les états récapitulatifs sont établis avec la construction des graphiques des variations du niveau piézométrique en fonction du temps. Pendant la construction des graphiques le temps sont mesuré sur l'axe horizontal, le niveau d'eau dans le piézomètre ainsi que les niveaux en amont et aval sont mesurés sur l'axe vertical.

Le changement du niveau d'eau dans les piézomètres est porté également sur les sections hydrogéologiques transversales à travers les lignes de piézomètres.

Pour déterminer le caractère du flux de filtration dans le secteur de l'ouvrage hydraulique on construit les cartes des courbes hydrométriques de la surface du flux de filtration

## Chapitre III : Auscultation du barrage

Le comportement de l'ouvrage est considéré anormal au cas où on signale les phénomènes suivants:

- changements considérables du cône de dépression et une augmentation sensible du débit de filtration à condition de faibles variations du niveau en amont.
- apparition de nouveaux foyers de filtration et la présence de particules en suspension dans l'eau.

### **III.5. Analyse et caractéristique du régime des eaux d'infiltration dans le corps de la digue et à l'aval du barrage :**

#### ***III.5.1. Analyse du réseau des piézomètres :***

Les niveaux des eaux d'infiltration et souterraines sont observés sur 30 piézomètres. En tenant compte de la disposition et de la destination, les piézomètres sont divisés en groupes suivants:

**Groupe 1 :** Piézomètres inclinés qui sont situés en amont (suivant le courant des eaux d'infiltration) du voile d'injection (P-01, P-03, P-05) et piézomètres verticaux installés devant le diaphragme dans la zone de l'évacuateur (P-26 et P-28). Les piézomètres de ce groupe enregistrent les variations du niveau d'eau à l'amont du barrage et en principe l'évolution de ces niveaux doit correspondre aux variations du plan d'eau dans la retenue.

**Groups 2 :** Piézomètres inclinés aménagés en aval du voile d'injection (P-01, P-03 P-06) et piézomètres verticaux situés dans le noyau de la digue derrière le diaphragme de l'évacuateur (P-27 et P-29). Ils sont destinés à contrôler la qualité du voile d'injection et du diaphragme. Nous allons comparer les niveaux d'eau dans ces sondages avec ceux des sondages groupe 1 pour estimer les écarts de ces niveaux qui caractérisent la qualité de la maîtrise des écoulements souterrains.

**Groupe 3 :** Piézomètres verticaux implantés sur la crête du barrage (P-9, P-12, P-17) et sur le massif aval entre les cotes 457, 4451,4 (P-7, P-13, P-14, P-18, P-21, P-30). Nous avons analysé pour ces sondages la répartition des niveaux d'eaux d'infiltration dans les terrains de la fondation et dans le corps de la digue.

## Chapitre III : Auscultation du barrage

**Groupe 4 :** Piézomètres verticaux situés sur la berme (cote 420) du massif aval (P-8, P-10, P-15, P-19, P-22). Pour ces sondages, nous avons procédé à l'analyse de la répartition des niveaux d'eaux d'infiltration dans les terrains de la fondation, ainsi que les conditions de la décharge des eaux d'infiltration, y compris aux endroits leur sortie à l'air libre.

**Groupe 5 :** Piézomètres aménagés à l'aval du barrage (P-11, P-16, P-20, P-23, P-24, P-25). Ils sont appelés à caractériser le régime des niveaux de l'écoulement au-dessous ou à travers la digue et aussi les conditions de la décharge des eaux d'infiltration. Les données fournies par ces piézomètres permettent d'estimer la qualité du fonctionnement des drainages à l'aval du barrage de même que les conditions de la submersion temporaire et de l'inondation des zones à l'aval du barrage par les eaux souterraines (d'infiltration).

### *III.5.2. Analyse et caractéristique des cheminements des eaux d'infiltration :*

La répartition des niveaux des eaux d'infiltration pour piézomètres de tous les groupes est donnée sur le schéma des courbes de niveau d'eau.

Et j'ai divisé les piézomètres en cinq groupes selon les ouvrages dans le barrage pour faciliter le processus d'analyse

#### **III.5.2.1. Variations des niveaux dans les sondages groupes 1 et 2**

L'analyse comparative des niveaux des eaux d'infiltration sur les piézomètres groupes 1 et 2 figure dans le Tableau III.5 qui donne la différence des cotes (en date du 25/04/22) sur les piézomètres situés en amont et en aval du voile d'injection et du diaphragme de l'évacuateur.

Tableau III.5 l'analyse comparative des niveaux des eaux d'infiltration sur le piézomètre  
groupe 1-2

Devant voile d'injection et diaphragme		Derrière voile d'injection et diaphragme		Différence décotes de niveau $5=(2-4)$
N° piézomètre Type 1	Niveau d'eau d'infiltration	N° piézomètre Type 1	Niveau d'eau d'infiltration	
1	2	3	4	5
p-1	448.30	p-2	449.2	-0.9
p-3	440.75	p-4	442.98	-2.24
p-5	444.34	p-6	441.68	2.66
<b>p-26</b>	<b>460.70</b>	<b>p-27</b>	<b>446.65</b>	<b>14.04</b>
p-28	445.47	p-29	445.26	0.21

### Chapitre III : Auscultation du barrage

Remarque: Le sondage P-26 est endommagé et les mesures n'y se font pas à présent. Pour cela, les mesures pour les sondages P-26 figurent dans le tableau sont celles en date du 24/05/08.

Comme on voit dans le tableau III.5 , l'abaissement des niveaux d'eaux d'infiltration par contournement aux dépens du voile d'injection (piézomètres P-28 et P-29 ; P-05 P-06 ) n'est pas considérable (0.21 à 2.66 m), alors que la comparaison des résultats obtenus sur les piézomètres P-01 et P-02 ; P-03 et P-04 montre que la cote du niveau en aval du voile d'injection est supérieure à celle en amont. Ce fait peut indiquer une efficacité insuffisante du voile d'injection.

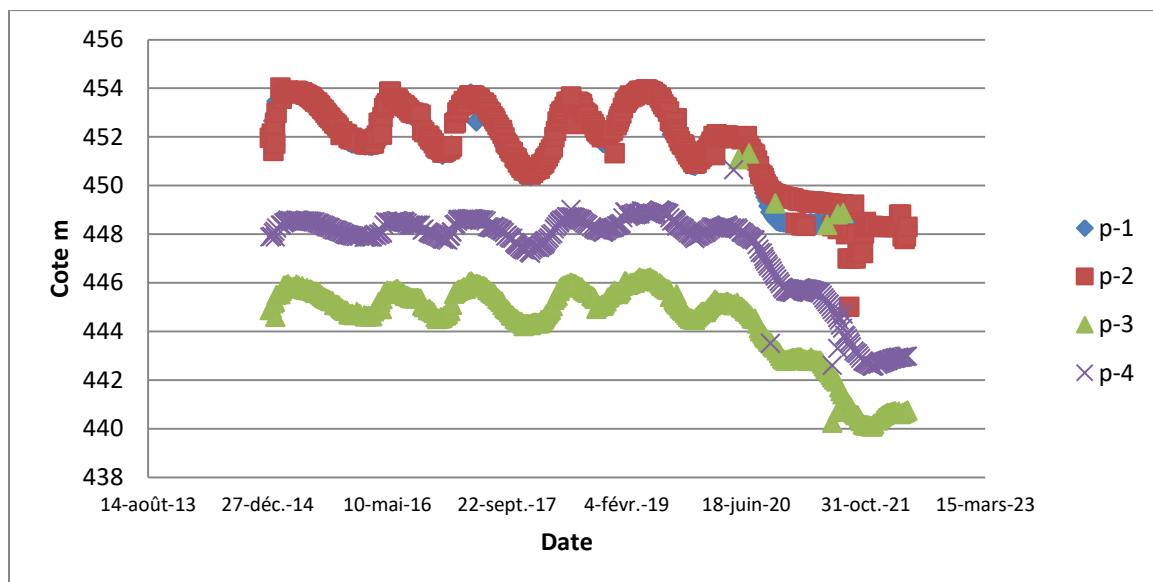


Figure III.10 cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres inclinés groupes 1 et 2 à l'épaulement gauche

On constate une baisse du niveau d'eau ces dernières années, on peut dire que cela est dû à la sécheresse et à une baisse du niveau d'eau au niveau du barrage.

## Chapitre III : Auscultation du barrage

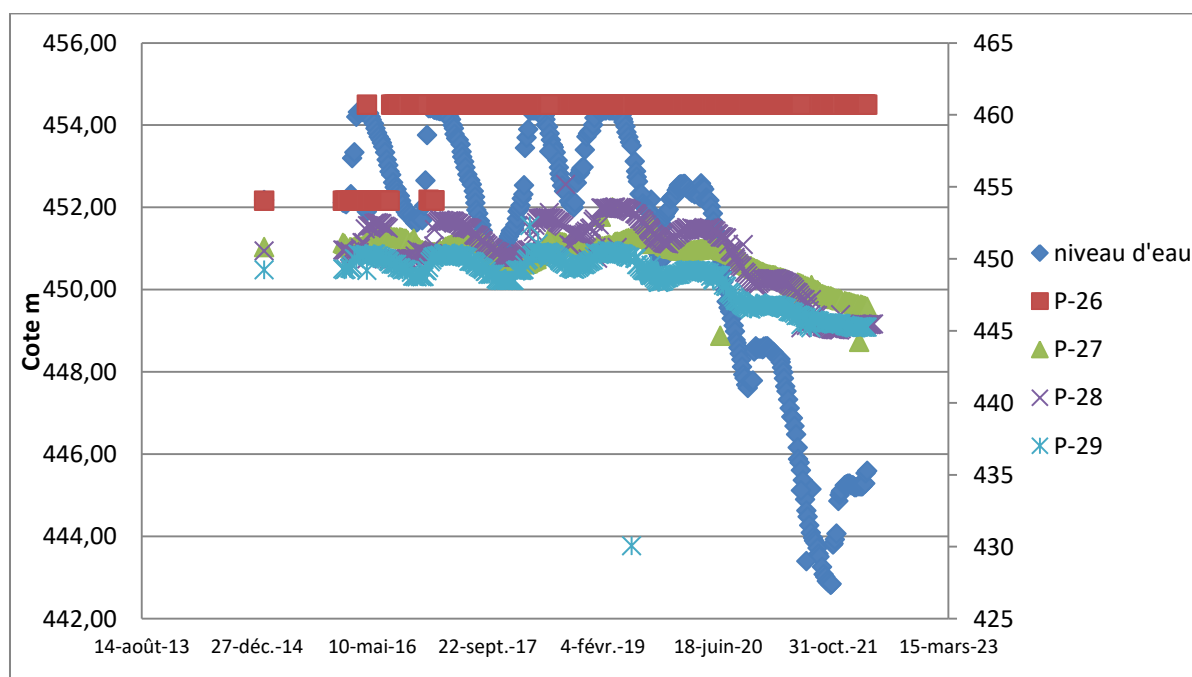


Figure III.11 : Cotes des niveaux d'eau dans les sondages groupes 1 et 2 à proximité de l'évacuateur de crue

On peut dire que les cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres P-27, P-28, P-29 c'est acceptable sauf P-26 par ce que a été désactivé au (24/05/08)

### III.5.2.2. Variations des niveaux d'eau dans les sondages groupe 3 :

Les observations des niveaux d'eau dans le noyau ou la parafouille de la digue (figure.III.12) sont effectuées dans les sondages P-9, P-12, P-17 et P-27 (groupe 2). Les côtes des niveaux mesurées dans ces sondages sont figurées dans le tableau III.6 ci-dessous.

Tableau III.6 Cotes des niveaux des eaux d'infiltration dans le noyau et la parafouille de la digue

N° piézomètre	P-09	P-12	P-17	P-27
piquet	2+25	2+95	3+65	3+95
Niveau d'eau d'infiltration (25/04/2022)	424.43	434.45	432.37	446.56
Niveau limite tolérable	451	450	450	452
Déférence entre Niveau d'eaux d'infiltration et niveaux limite tolérables	-26.57	-15.55	-17.96	-5.94

### Chapitre III : Auscultation du barrage

Etant donné que le piézomètre P-27 est proche du ras de l'eau dans la retenue, les niveaux élevés y paraissent logiques. Par ailleurs, les niveaux d'eau dans les autres piézomètres ne dépassent pas les limites tolérables (annexe).

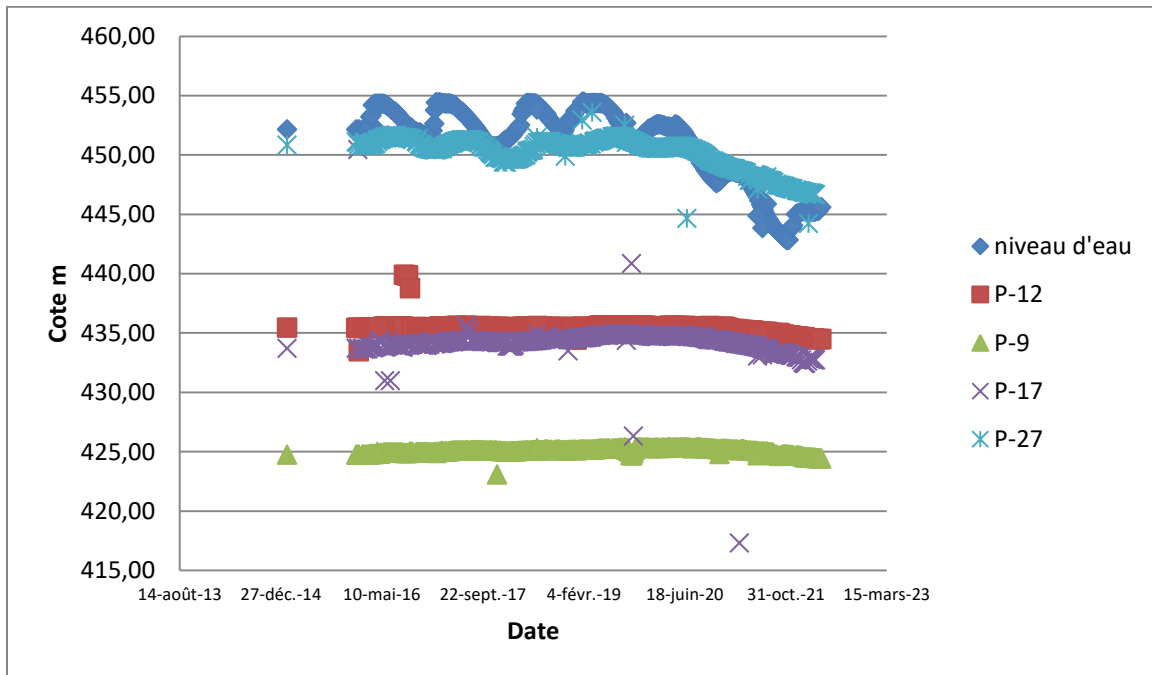
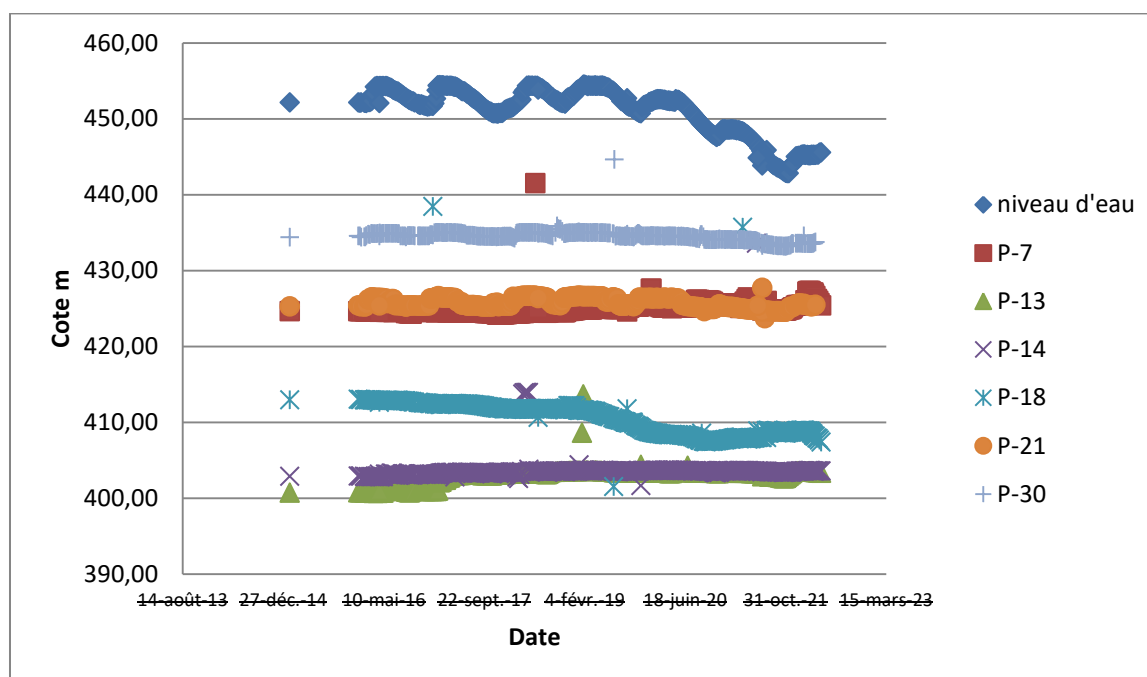


Figure III 12 Cote des niveaux d'eau sur piézomètres groupe 3 dans le noyau de la digue

## Chapitre III : Auscultation du barrage



Dans les figure III.12 III.13 On peut dire que les cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres de groupe 3 c'est acceptable.

### III.5.2.3. Variations des niveaux d'eau dans les sondages groupe 4 :

Tableau III.7 Cotes des niveaux des eaux d'infiltration groupe 4

N° piézomètre	P-08	<b>P-10</b>	P-15	P-19	P-22
piquet	1+75	<b>2+25</b>	2+95	3+65	4+35
Niveau d'eau d'infiltration (25/04/2022)	413.40	<b>409.27</b>	407.08	404.25	416.66
Niveau limite tolérables (annexe 1)	418	<b>404</b>	412	412	419
Déférence entre Niveau d'eaux d'infiltration et niveaux limite tolérables	-4.6	<b>5.27</b>	-4.92	-7.75	-2.34

Remarque : Le sondage P-10 et P-22 est endommagé et les mesures n'y se font pas à présent. Pour cela, les mesures pour les sondages P-10 et P-22 figurent dans le tableau sont celles en date du 25/02/19.



## Chapitre III : Auscultation du barrage

Les piézomètres P-08 P-14 P-19 ne dépassent pas les limites tolérables indiquées on peut dire qu'il est en bon état.

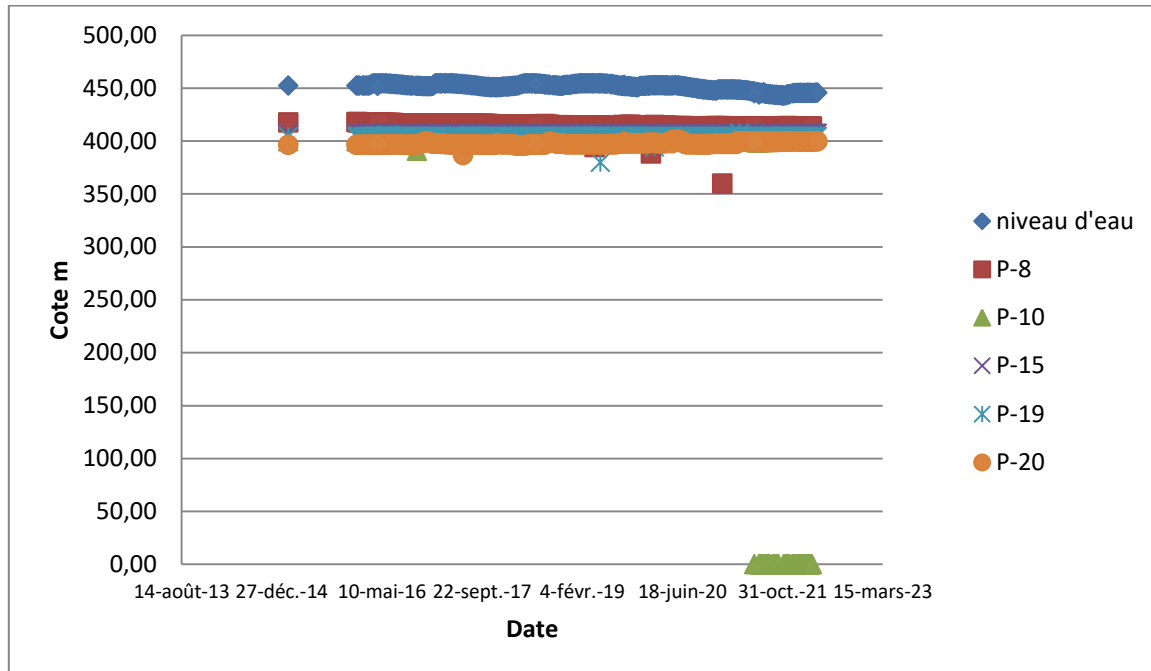


Figure III.14 Cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres groupe 4

J'ai remarqué que tous les niveaux dans les piézomètres sont constants, c'est-à-dire les piézomètres groupe 4 sont dans un état stable. Sauf P-10 qui a été désactivé en 25/02/19

### III.5.2.4. Variations des niveaux d'eau dans les sondages groupe 5 :

Au cours des observations, les niveaux d'eau (figure .III.15) dans les sondages P-11 P-16, P-20, et P-23 à l'aval du barrage se caractérisent par une variation faible. Dans le piézomètre P-11 les côtes des niveaux d'eau dépassent la limite tolérable (tableau III.8).

Tableau III.8 cotes des niveaux d'eaux d'infiltration dans le sondage à l'aval de barrage

N° piézomètre	P-11	P-16	P-20	P-23
Piquet	2+25	2+95	3+65	4+35
Niveau d'eau d'infiltration (25/04/2022)	<b>406.84</b>	398.51	399.50	403.60
Niveau limite tolérable (annexe 01)	<b>402</b>	410	410	412
Déférence entre Niveau d'eau d'infiltration et niveau limite tolérables	<b>4.84</b>	-11.49	-10.5	-8.4

## Chapitre III : Auscultation du barrage

On peut dire que le dépassement de P-11 au niveau tolérable à cause de le colmatage des filtres de piézomètre.

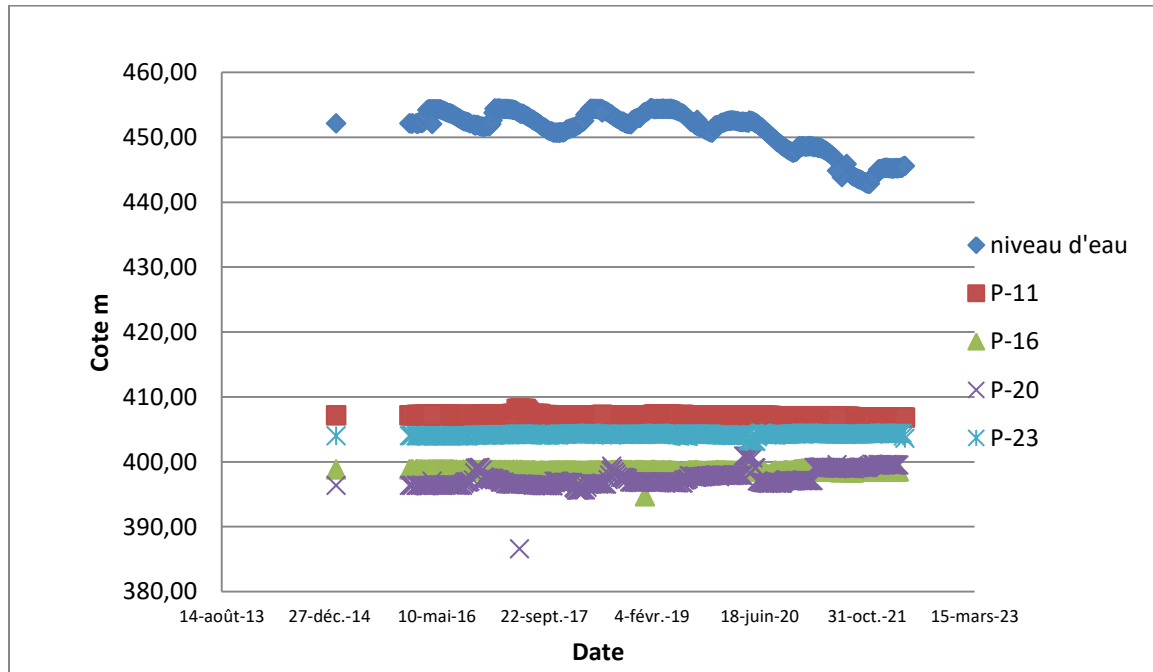


Figure III.15 Cotes des niveaux d'eau dans les piézomètres groupes 5

Il a été remarqué que tous les niveaux sont constants, c'est-à-dire que l'on dit que les niveaux d'eau dans les piézomètres groupe 5 sont dans un état stable. Et qu'il est très faible par rapport au niveau d'eau dans le barrage, et cela est dû à la présence des piézomètres à l'aval du barrage.

### ***III.5.3 Analyse des pressions interstitielles dans la fondation et le noyau de la digue :***

#### **III.5.3.1 Répartition de la pression interstitielle dans la fondation de la digue**

Les cellules en charge dans les terrains de la fondation sont dotées de convertisseurs de pression avec filtre.

Sur les figure.III.16 et III.17 sont représentés les graphiques des variations de la pression interstitielle dans les terrains de la fondation

J'ai divisé les cellules interstitielles en deux pour faciliter la visualisation du graphe.

### Chapitre III : Auscultation du barrage

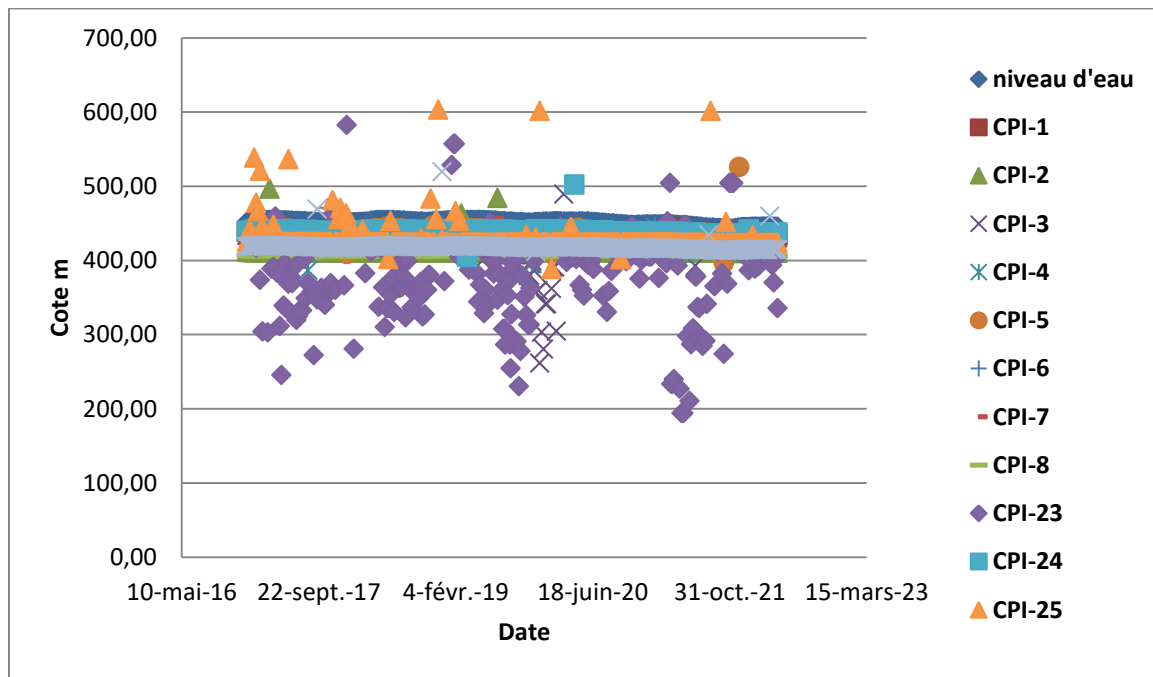


Figure III.16 Graphique des variations de la pression interstitielle sur les cellules 1...8, 23 et 27

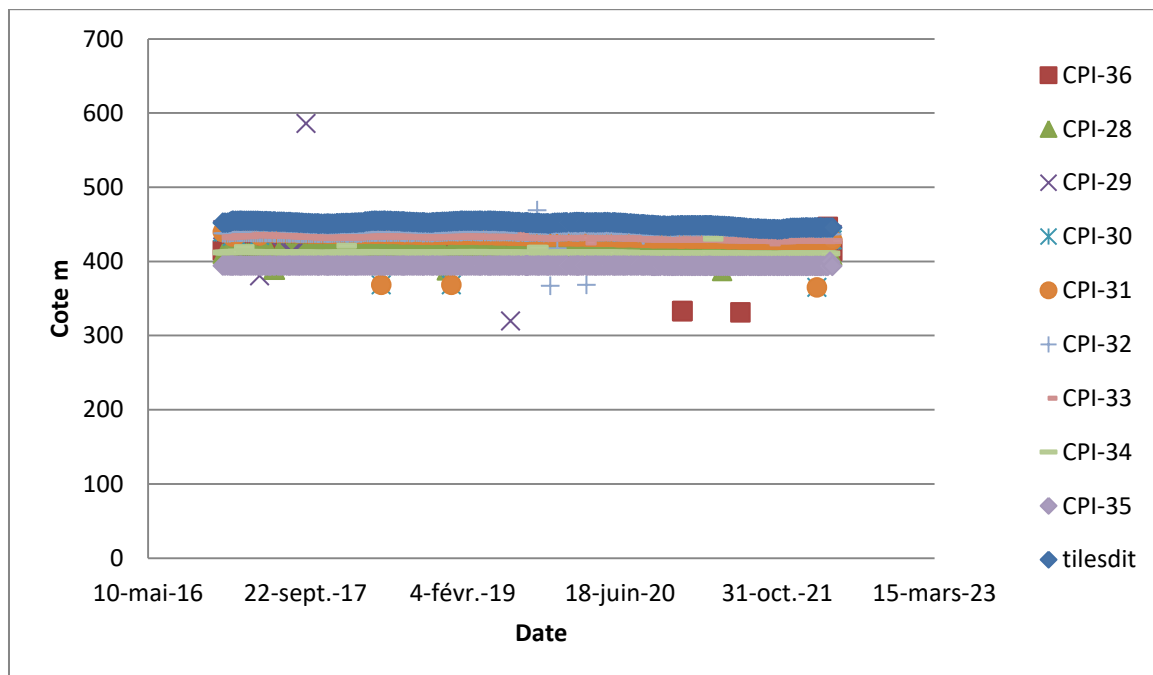


Figure III.17 Graphique des variations de la pression interstitielle sur les cellules 28...35

La pression interstitielle est représentée en côtes, en mêmes unités que les niveaux d'eau dans la retenue. Les données représentées sur les fig.III.17 et III.18 démontrent que la pression interstitielle dans les terrains de la fondation est en général stabilisée ou va avoir tendance à diminuer. Font exception les piézomètres CPI-23, CPI-25 et CPI-36 qui, jusqu'à présent,

## Chapitre III : Auscultation du barrage

enregistrent l'augmentation de la pression interstitielle. C'est surtout le piézomètre CPI-25 qui met en évidence l'augmentation de 603 m en 2018. Sur le piézomètre CPI-23, on note une dispersion de résultats anormale, la raison de la dispersion peut être due au manque de connaissance de l'emplacement principal de la cellule.

### III.5.3.2 Répartition de la pression totale dans le noyau de la digue :

La pression totale dans les terrains argileux du noyau est mesurée et donnée sur la fig.III.18 en bars.

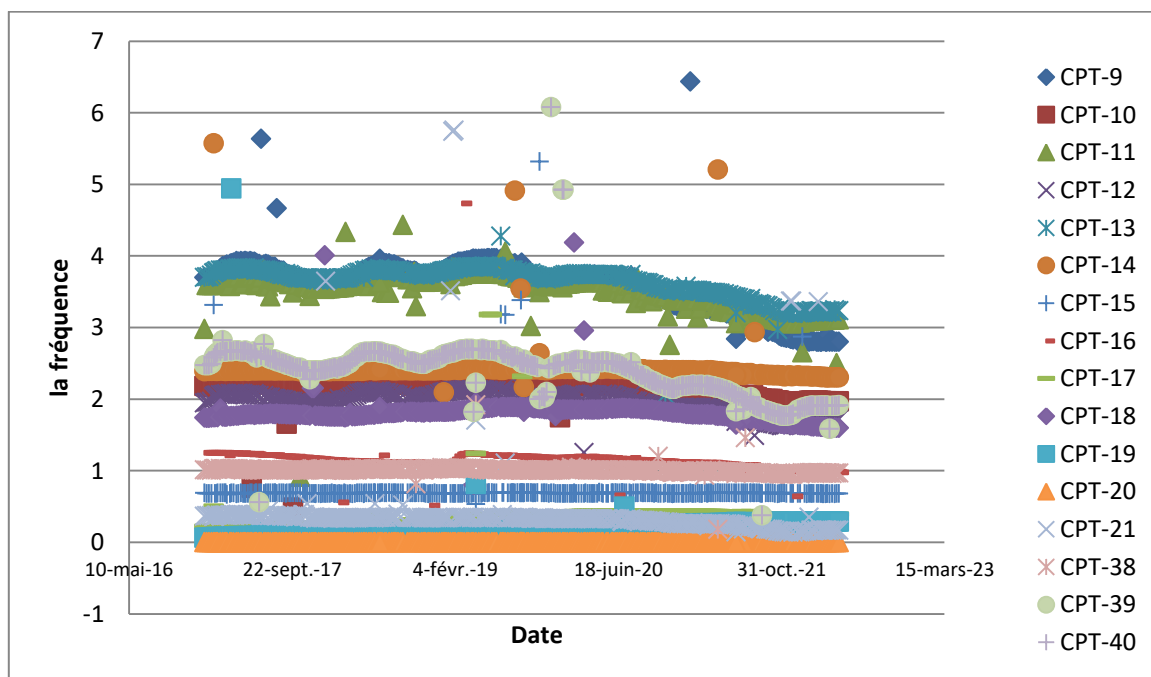


Figure III 18 Evolution de la pression totale dans les terrains du noyau

A juger d'après l'évolution des variations (fig.III.20), la pression interstitielle dans les terrains du noyau est en principe stabilisée. L'augmentation de la pression est enregistrée par les cellules CPT-9, CPT-14, CPT-40, CPT-15 et CPT-19. Ceci étant les variations de la pression totale dans ces cellules ne réagissent pas à la montée de l'eau dans la retenue et le tassement consécutif du noyau. Or le bon comportement des cellules doit être vérifié. Pour l'analyse plus complète.

## Chapitre III : Auscultation du barrage

### III.6. Auscultation du volume d'eau dans le barrage :

La cote d'eau est mesurée par une échelle limnimétrique (visuel) puis on déduit le volume et la surface d'eau selon le tableau ci-dessous. Le tableau III.9 présente la variation des surfaces et des volumes en fonction des côtes il est réalisé par des topographes et se renouvelle chaque cinq ans.

Tableau III.9 Variation des surfaces et des volumes en fonction des côtes.

Cote (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
445.52	6037200.00	98609315.19
445.53	6040350.00	98669708.98
445.54	6042600.00	98730129.77
445.55	6044175.00	98790569.69
554.56	6045975.00	98851028.48
445.57	6047775.00	98911501.28
445.58	6049800.00	98971989.15
445.59	6052050.00	99093044.51
445.60	6054750.00	99214180.87
445.61	6056325.00	99274770.43
445.62	6057450.00	99335375.74
445.63	6059250.00	99395995.67
445.64	6060600.00	99456635.86
445.65	6062175.00	99395995.67
445.66	6064650.00	99456635.86
445.67	6066225.00	99517296.30
445.68	6067800.00	99517296.30
445.69	6069825.00	99577971.50
445.70	6071625.00	99638660.62
445.90	6108300.00	100917364.01
445.91	6110775.00	100978459.39
445.92	6112575.00	101039582.25
445.93	6113700.00	101100719.74

La lecture de la date 16 mai 2022 est : La cote = 445.91 m

Donc :

- La surface : 6110775 m<sup>2</sup>
- Le volume : 10110079174 m<sup>3</sup>

## Chapitre III : Auscultation du barrage

### III.7 Calcul d'infiltration :

#### III.7.1. Objectif de calcul d'infiltration :

L'objectif de cette partie est de déterminer :

- La zone submergée du corps de la digue.
- Les pressions interstitielles.
- Le tracé de la ligne de saturation.
- Le débit de fuite à travers le corps.

#### III.7.2. Hypothèses de calcul de la ligne de saturation :

Il s'agit tout d'abord de déterminer la ligne de saturation dont le calcul suppose les hypothèses suivantes :

- Que le sol est homogène et isotrope, c'est-à-dire que la perméabilité horizontale
- est identique à celle verticale.
- Que la ligne de saturation suit la loi de la parabole de Kozeny.
- Que le calcul se fera pour la section critique de la digue. [6]

La parabole de la courbe de Kozeny s'écrit comme suit:

$$Y^2 - Y_0^2 - 2XY_0 = 0$$

$$Y = \sqrt{Y_0^2 + 2XY_0}$$

$$Y_0 = \sqrt{h^2 + d^2} - d$$

La figure III.19 explique le schéma utilisé pour la méthode de kozeny

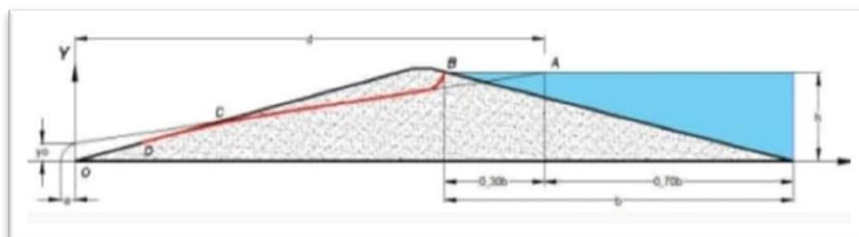


Figure III 19 Schéma utilisé pour la méthode de kozeny pour déterminer le linge de saturation. [3]

## Chapitre III : Auscultation du barrage

Avec :

d : Largeur de base du barrage diminuée 0.7b (d = 201.69 m).

b : Projection horizontale de la partie mouillée du parement amont b=123.85m

h : La hauteur d'eau en amont (h=48.07m).

$$Y_0 = \sqrt{48.07^2 + 201.69^2} - 201.69$$

On trouve  $Y_0=5.64\text{m}$ .

L'équation de la parabole s'écrit :

$$Y = \sqrt{31.80 + 11.28X}$$

Tableau III. 10 Coordonnées de la ligne de saturation :

X	Y	X	Y
10	12.02	120	37.22
20	16.04	130	38.70
30	19.24	140	40.13
40	21.97	150	41.51
50	24.40	160	42.85
60	26.61	170	44.15
70	28.66	180	45.41
80	30.56	190	46.63
90	32.35	200	47.83
100	34.05	210	48.99
110	35.67	220	50.13

Une fois que l'on connaît l'équation de Kozeny, il faut ensuite déterminer tous les points de la figure III.10

On connaît déjà :

A (210.69 ; 48.07)

B (164.53 ; 48.07)

C (30 ; 19.24) il représente l'intersection de la parabole avec le talus aval du barrage.

Pour déterminer D il faut suivre trois étapes :

1. Trouver l'angle du talus :

Le fruit du parement aval vaut 5.6H/V donc

## Chapitre III : Auscultation du barrage

$$\tan \alpha = 1/5.6 \rightarrow \alpha = 11.24$$

2. Calculer la distance OD :

$$OD = \sqrt{201.69^2 + 48.07^2} - \sqrt{201.69^2 - 49^2} \cos 11.24^\circ = 11.50 \text{ m}$$

3. Projection OK sur l'axe des X :

$$OD_x = OD \cos \alpha = 11.50 \cos 11.24^\circ = 11.32 \text{ m}$$

Donc : D (11.32 ; 12.62)

Le traçage de ligne de saturation dans la figure III.20



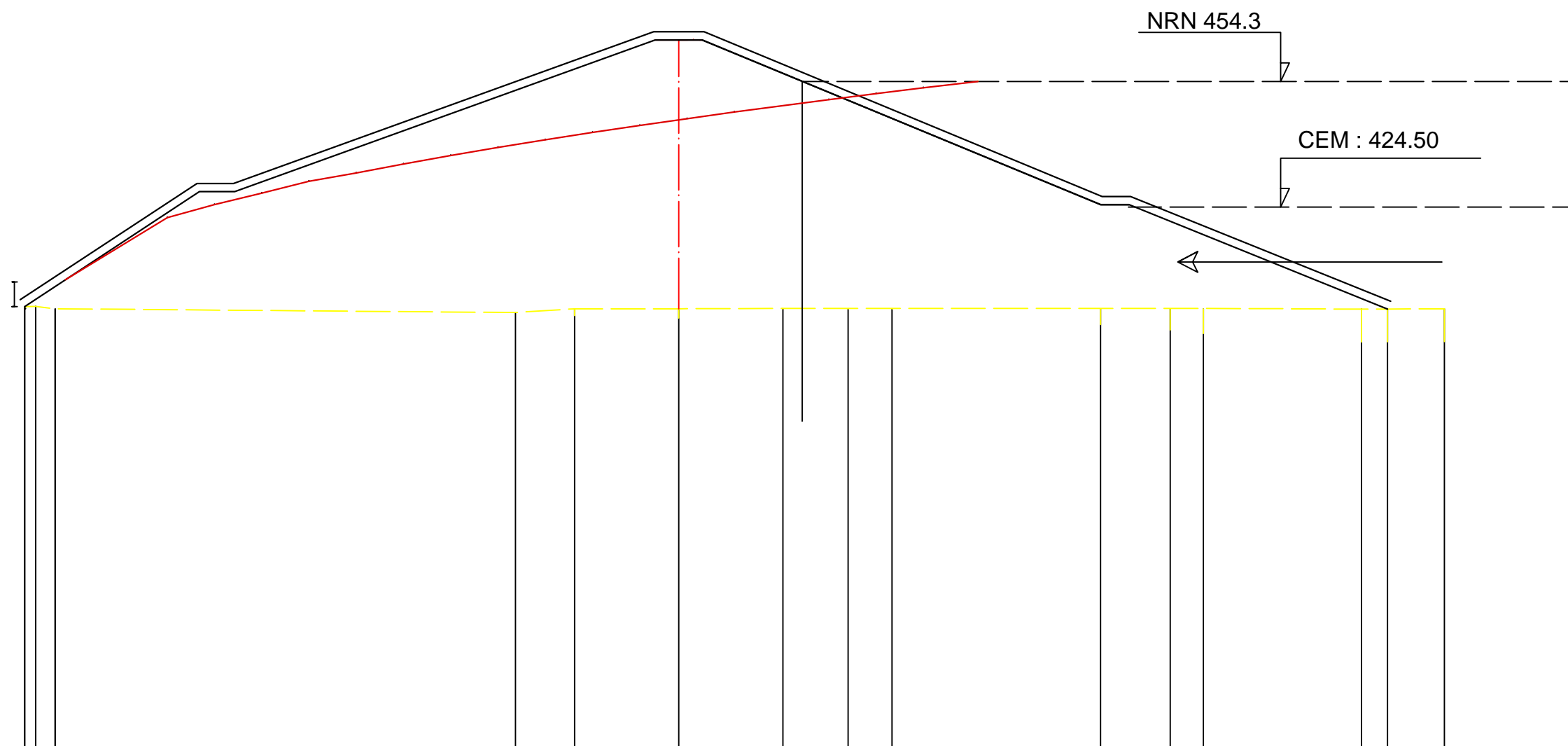


Profil dessiné par Covadis

Profil n°: 1

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/1000



PC : 312.00 m

Numéro de profils en travers	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15					
Altitudes TN	405.96	406.00	405.50	404.70	404.50	404.00	406.00	406.00	406.00	402.64	401.50	400.72	400.00	400.00	400.00					
Altitudes Projet	401.67	398.38	398.38	404.70	404.50	404.00	406.00	406.00	406.00	402.64	401.50	400.72	400.00	400.00	400.00					
Ecart TN - Projet	4.29	7.62	7.12																	
Distances partielles TN	3.32	4.11		97.44	12.49	22.05	22.05	13.8	9.25	44.13	14.75	7.00	33.5	5.5	12.0					
Distances cumulées TN	0.00	2.32	6.43																	
Distances partielles Projet	3.32	4.11																		
Distances cumulées Projet	0.00	2.32	6.43																	
Pentes et rampes																				
Alignements droits et courbes	DROITE L = 4.11 m			DROITE L = 97.44 m			DROITE L = 12.49 m	DROITE L = 22.05 m		DROITE L = 22.05 m	DROITE L = 13.80 m	DROITE L = 9.28 m	DROITE L = 44.13 m		DROITE L = 14.75 m	DROITE L = 7.00 m	DROITE L = 33.50 m		DROITE L = 5.50 m	DROITE L = 12.00 m

figure III.20 : traçage de la ligne de saturation

## Chapitre III : Auscultation du barrage

### III.7.3. Calcul du débit de fuite par infiltration à travers la digue :

Le débit de fuite à travers le noyau est déterminé par la formule suivante :

$$q=K.I.A$$

Avec :

q: Débit d'infiltration en (m<sup>3</sup>/s/ml).

K : Coefficient de perméabilité en (m/s). (K= 10<sup>-7</sup>m/s)

I: Gradient hydraulique.

A: Section d'infiltration par unité de longueur.

Le gradient hydraulique est déterminé par: I=dy/dx et A=y.1

$$\text{Donc: } q= K \cdot \frac{ydy}{dx}$$

$$\text{Avec : } \frac{ydy}{dx}=y_0$$

$$\text{D'où } q=K \cdot y_0 \text{ m}^2/\text{s/ml}.$$

Le débit total à travers le barrage sera donc: Q= q.L

AN :

$$Y_0=5.25 \text{ m d'où}$$

$$q=5.25 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s/ml}.$$

### III.7.4. Calcul du débit de fuite à travers la fondation :

Le débit d'infiltration à travers les fondations est donné par la loi de Darcy :

$$q=K.I.A$$

A: Section d'infiltration par unité de longueur. A=T.1(T= 69.5m Profondeur du sol de fondation Perméable).

$$\text{D'où : } q= K.I.T$$

## Chapitre III : Auscultation du barrage

I: gradient hydraulique.

K : Coefficient de perméabilité horizontal à travers la fondation ( $K= 10^{-5}m/s$ )

He : Charge d'eau à l'amont  $H =48.07m$ .

Lb: Emprise du barrage  $L_b= 288.39m$ .

$$I=\frac{H_e}{L_b}$$

$$I=016$$

$$Q=10^{-5} \times 0.16 \times 69.5$$

$$Q=1.112 \times 10^{-4} m^3/s/ml.$$

### III.8 Conclusion :

L'auscultation du barrage est une activité essentielle pour donner une bonne état du barrage. Le facteur humain reste primordial pour cette auscultation que repose sur le professionnalisme et comme je l'ai écrit plus haut, nous lisons les lectures des piézomètres et des cellules chaque semaine pour la bonne surveillance de l'état du barrage. Considérant que le barrage de Tilesdit est un grand barrage, je écrirer que les dispositifs d'auscultation ne sont pas suffisants dans ce barrage aussi il y a des piézomètres qui son désactivé et des cellules dont leur emplacement d'origine sont inconnues, ceci est considéré comme un problème qui doit être résolu par des experts en barrages.

## **Conclusion générale :**

Ce stage de fin d'études est réalisé au barrage Tilesdit durant 3 mois. Il a été un pont de passage d'un aspect théorique vers un monde d'application professionnelle, qui m'a permis de développer certaines connaissances et confirmer mes choix pour mon avenir professionnel dans le domaine d'hydraulique.

Nous avons envisagé, à travers ce travail, la méthode d'auscultation la surveillance du barrage Tilesdit au niveau de la willaya de Bouira. L'inspection visuelle est une méthode très intéressante qui a déceler sur l'existante de certain déformation tel que les décrochements, les tassements, le lessivage de béton ....etc. Ces problèmes doivent être traités pour éviter leurs évolutions. Cependant on a remarqué le bon état d'enrochement de la digue. Les visites établies sur site m'ont permet de découvrir les appareils spécifiques et d'effectuer des mesures pour essayer de savoir l'état de cet ouvrage. J'ai insisté aux mesures des piézomètres et les cellules, d'après les résultats on a constaté l'abondant de certains piézomètres et des cellules dont l'emplacement est inconnu. De ce fait un nombre important d'information est perdu. Il faut donc renforcer le système d'auscultation au niveau de ce barrage et d'établir l'entretien des appareils et ouvrages existants pour bien veillé à sa sécurité et celle des habitants en aval.

# Annexe

Tableau 1 les niveaux limite tolérables de chaque piézomètre

N° de piézomètre	Niveaux limite tolérables
P-6	435
P-7	426
P-13	412
P-14	412
P-18	412
P-21	420
P-30	436
P-08	418
P-10	404
P-15	412
P-19	412
P-22	419
P-11	402
P-16	410
P-20	410
P-23	412.5

## **Liste des abréviations**

ANBT : l'Agence nationale des barrages et transferts

NRN : Niveau de la retenue normal

CEM : la cote d'eau morte

## Bibliographique

[1] : Mahouche cherif, 2019, mémoire licence «installation d'un réseau locale ».

[2] : ZARUBEZHVOIDSTROY, 2004, instruction d'exploitation.

[3] : Claude Bessiére, ingénieur civil des ponts. « Surveillance et entretien des barrage ».

[4]: M. Poupart, article, la surveillance des barrages.

[5] : Bencherrat Nabila, 2019, Master en Génie Civil «Analyse paramétrée pour l'optimisation des dimensions des drains des barrages en terre».

[6] : Bouguerrouma Wassila, 2009, ingénieur d'état en hydraulique « étude de faisabilité d'un petit barrage ».

7 : SIMEC LTD, Rapport d'expertise sur barrage TILESDIT .