



N° Ref :.....

## **Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf de Mila**

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Technique

**Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme  
LICENCE ACADEMIQUE  
En Hydraulique  
Spécialité : Sciences Hydrauliques**

### **Thème : Caractérisation du Barrage Béni Haroun**

**Préparé par :**

- Boukerne Houssam**
- Zelouache Samir**
- Tiaouinine Zinlabidine**

**Dirigé par :**

**Mme : Chebbah Lynda**

**Année universitaire : 2014/2015**

# Remerciements

*Nous remercions tout d'abord le grand Dieu pour  
l'achèvement de ce mémoire.*

*Nous me serions réellement, trouver les  
expressions éloquentes que mérité notre encadreur  
**Mme : Chebbah Lynda** le remercier pour ses  
encouragement, et sa présence totale et ses  
suggestions avisées qui nous ont aidés à mener à  
bien ce travail, et d'avoir rapporté à ce mémoire  
ces remarques et conseils.*

*Je remercie tous mes collègues de l'institut des  
sciences et technologie ainsi que tous les  
enseignants et les responsables.*

*Enfin je tiens à remercier mes parents pour  
m'avoir appris à toujours aller au bout de mes  
idées, ainsi que mes frères et soeurs.*

*Sans omettre bien sur de remercier profondément  
tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à  
réalisation du présent travail.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*A mes chers parents*

*Pour l'éducation et le grand amour dont ils  
m'ont entouré depuis ma naissance pour leurs  
patiences et leurs sacrifices.*

*Pour m'avoir poussé jusqu'à au bout et pour  
avoir été toujours un confort moral.*

*A mes frères et mes soeurs, en lui souhaitant la  
réussite dans leurs vies.*

*A tous les administrateurs de départements de  
sciences et technique.*

*A toute ma famille proche soit-elle ou  
lointaine.*

# TABLE DES MATIERES

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Introduction Générale ..... | 1 |
|-----------------------------|---|

## **Chapitre 01 : Situation géographique du site d'étude**

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction.....                                                                 | 3  |
| I.1. Définition d'un bassin versant.....                                          | 3  |
| I.2 . Importance du barrage de Beni Haroune .....                                 | 3  |
| I-3 . Situation géographique du Bassin versant de Barrage Béni_Haroun .....       | 4  |
| I.4 . Caractéristiques de Bassin versant de Barrage Béni Haroun et son retenue... | 4  |
| I-5. Site du Barrage Béni Haroun .....                                            | 5  |
| I.5.1. Géologie du site de barrage .....                                          | 6  |
| I.6. Hydrologie.....                                                              | 6  |
| I.6.1. Pluviométrie .....                                                         | 7  |
| I.6.2. Les températures .....                                                     | 8  |
| I.6.3. Evaporation de la retenue du barrage .....                                 | 9  |
| I.6.4. Volume de réserve (Remplissage de la retenue) .....                        | 10 |
| Conclusion.....                                                                   | 10 |

## **Chapitre 02 : Caractéristiques du Barrage Béni Haroun**

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction .....                                                  | 12 |
| II.1 Définition de BCR.....                                         | 12 |
| II.1.1 Avantages du BCR .....                                       | 12 |
| II.1.2 Inconvénients du BCR .....                                   | 13 |
| II.1.3 Les barrages en BCR dans le monde .....                      | 13 |
| II.2 L'expérience Algérienne dans le domaine des barrages BCR ..... | 14 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| II.3 Le barrage de Béni Haroun .....           | 14 |
| II.3.1 Digue .....                             | 15 |
| II.3.1.1 Dimensions de digue .....             | 15 |
| II.3.2 Etanchéité du barrage Béni Haroun ..... | 16 |
| II.3.2.1 Les plans de reprise .....            | 16 |
| II.3.2.2 Les joints verticaux .....            | 16 |
| II.3.2.3 Mesures envisageables .....           | 16 |
| II.3.3 Drainage du corps du barrage .....      | 17 |
| Conclusion .....                               | 18 |

### **Chapitre 03 : Ouvrages annexes de Barrage Béni Haroun**

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Introduction .....                              | 19 |
| III.1 Evacuateur de crues.....                  | 19 |
| III-2.Galeries de dérivation .....              | 21 |
| III-3.Galerie d 'injection et de drainage ..... | 21 |
| III-4.Vidange de demi-fond .....                | 21 |
| III-5.Prise d'eau .....                         | 23 |
| III-5-1.Bâtiment des pompes .....               | 23 |
| III-5-2.Pont d'accès .....                      | 23 |
| III-5-3.Équipements mécaniques (pompe).....     | 24 |
| Conclusion .....                                | 25 |
| Conclusion générale .....                       | 26 |
| Références bibliographique                      |    |

# *Introduction Générale*

## Introduction Générale

Un barrage est un ouvrage d'art hydraulique construit en travers d'un cours d'eau. Historiquement, les barrages furent construits afin de répondre à un seul problème: l'approvisionnement en eau et l'irrigation. Avec le développement des civilisations, les besoins furent plus importants et plus nombreux, ajoutant aux précédents la nécessité de contrôler les crues, la navigation, la qualité de l'eau, le contrôle des sédiments et l'énergie. Les barrages polyvalents sont des projets très importants pour les pays en développement, ils permettent la distribution d'eau pour usages domestiques en eau potable des centres urbains et des populations rurales, et dans l'agriculture aujourd'hui les terres irriguées couvrent environ 277 millions d'hectares soit 18% des terres arables du monde pourtant elles produisent 40% des récoltes et emploient 30% de la population dispersée dans les régions rurales. Les barrages utilisés pour le contrôle des crues par régulation du niveau des rivières et régulation efficacement du débit ascendant en stockant temporairement l'eau et en la relâchant plus tard, le contrôle des crues est un des objectifs principaux de la plupart des barrages existants et en cours de construction. Dans le côté économique, l'hydro-électricité générée par les barrages est de loin la plus grande source d'énergie renouvelable au monde. Plus de 90% de l'électricité renouvelable du monde provient des barrages. L'hydro-électricité offre aussi la possibilité unique de gérer les réseaux électriques grâce à sa capacité de produire rapidement en fonction des pics de demande. Cependant la navigation fluviale a des avantages notables par rapport aux transports routiers et ferroviaires, donc les barrages réalisent des économies régionales et nationales.

Ainsi, l'Algérie veut se prémunir contre la rareté des ressources hydriques. Elle prévoit la construction de 30 barrages, pour l'échéance 2015-2019. Le pays compte augmenter ses capacités de réserves en eau. Avec la réalisation de ces 30 projets, les capacités de stockage de l'Algérie devront augmenter de 1,5 milliard de mètres cubes. L'Algérie dispose actuellement de 70 barrages opérationnels pour une capacité globale estimée à 7 milliards de m<sup>3</sup>. Ce volume sera porté à la hausse sous peu, avec la livraison en 2014 de plusieurs barrages en construction. Ils sont au nombre de 14 répartis à travers plusieurs régions du pays.

Avec l'achèvement de ces 14 infrastructures en cours de réalisation, les réserves en eau du pays avoisineront la barre des 9 milliards de m<sup>3</sup>. A la fin de ce quinquennat, c'est-à-dire à

la fin de l'année 2014, l'Algérie disposera, en tout, de 84 barrages. Tous opérationnels. Mais le plan de réalisation de barrages est déjà dessiné, par les responsables des Ressources en eau. Puisqu'on prévoit déjà d'atteindre 139 à l'horizon de 2030, pour une capacité minimale de 12 milliards de mètres cubes.

faut dire que depuis presque une décennie, l'Algérie, aidé par une aisance financière historique, a mis les bouchées doubles pour multiplier le nombre de barrages pour faire face à la demande de plus en plus grandissante de la population qui ne cesse d'augmenter d'année en année.

Pour rappel, vers le début des années 2000, le patrimoine national a augmenté de 27 barrages. 14 autres sont actuellement en construction et que 30 autres sont programmés pour les 4 prochaines années.

Le barrage de béni Haroun, ouvrage clé du transfert, La construction de cet ouvrage, qui est actuellement le plus grand barrage d'Algérie (créant une retenue de près d'un milliard de m<sup>3</sup>.

Le barrage est une réalisation stratégique majeure dans le programme de développement du secteur des ressources en eau. Il est conçu selon une nouvelle technique de réalisation des barrages. Il est doté d'une station de pompage considérée comme l'une des plus importantes au monde.

Ce travail est réalisé pour illustré les caractéristiques du Barrage de Béni Haroun et son mode de construction, il est composé par les trois chapitres suivants :

- Chapitre I : Situation Géographique su site d'étude.
- Chapitre II : Caractéristiques du Barrage Béni Haroun.
- Chapitre III : Ouvrages annexes du Barrage Béni Haroun.



*Chapitre N° I :*  
*Situation Géographique du*  
*Site d'étude*

## **Introduction :**

Le bassin de Beni Haroun résulte de la jonction de deux cours d'eaux importants : les oueds Rhumel et Boumerzoug. Ils drainent une superficie de 7725 km<sup>2</sup> dans quatre (04) wilayas .Ces deux cours d'eaux prennent naissance du tell méridional, traversant les hautes plaines Constantinoises, avec une orientation Sud Ouest –Nord Est pour l'Oued Rhumel, et Sud Est –Nord Ouest pour l'Oued Boumerzoug . Ils s'encaissent rapidement dans les gorges calcaires de la ville de Constantine, constituant ainsi la partie supérieure du grand bassin du Kebir Rhumel.

### **I.1.Définition d'un bassin versant :**

Un bassin versant ou bassin-versant est une portion de territoire dont l'ensemble des eaux converge vers un même point de sortie appelé exutoire : cours d'eau, lac, mer, océan, etc.

Le bassin versant est limité par des frontières naturelles : lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. De part et d'autre de ces lignes s'écoulent les eaux des précipitations et des sources, ainsi que tous les éléments dissous ou en suspension tels que les sédiments et les pollutions.

### **I.2.Importance du barrage de Beni Haroune :**

Il peut remplir les fonctions suivantes :

1. L'alimentation en eau potable (A.E.P) des populations de six wilayas de l'Est du pays (Mila, Jijel, Constantine, O.El Bouaghi, Batna et Khenchela) soit : 6 millions d'habitants, avec l'irrigation de 40.000 ha de terres agricoles dans les plaines de Teleghma, Chemoura Ain-Touta et Tafouna.
2. Le laminage des crues de l'Oued Kebir-Rhumel pour la protection des infrastructures et les populations situées à l'aval du barrage.
3. Sur le plan économique ; pêche continentale (20 tonnes/mois avec poids d'une pièce atteint les 30Kg),élevage en parc, espèce Hélix aspersa,exportation d'une grande partie de la production vers l'Italie et la Tunisie
4. Sur le plan social : concours de pêche (meilleure prise), concours du meilleur randonneur, concours du meilleur plat culinaire à base de poisson du barrage, concours du meilleur dessin ayant une relation avec l'eau.
5. Sport nautique : La retenue du barrage Béni-Haroun qui s'étale sur 5.000 Ha offre d'énormes potentialités pour la pratique des sports et loisirs nautiques. L'équipe nationale d'aviron a effectuée son stage de préparation aux championnats d'Afrique au niveau du barrage Béni-Haroun.

6. Le barrage de Béni-Haroun présente d'énormes potentialités touristiques, d'où un intérêt particulier a été soulevé par des opérateurs algériens et étrangers pour investir dans des projets touristiques autour de la retenue du barrage, à savoir: Parc aquatique, base nautique, plage artificielle, forêt récréative, école de plongée sous marine.

### **I.2.Situation géographique du Bassin versant de Barrage Béni Haroun :**

Le bassin de l'oued El Kebir est situé en Algérie Orientale.il est bordé au Sud par les Hauts plateaux telliens, à l'Ouest par la montagne de petite kabylie, au Nord par la frontière de partage des eaux que forme l'Atlas Tellien, et à l'Est par le bassin du Seybousse (figure I.1 et 1.2).

Le bassin se divise en deux parties distinctes :

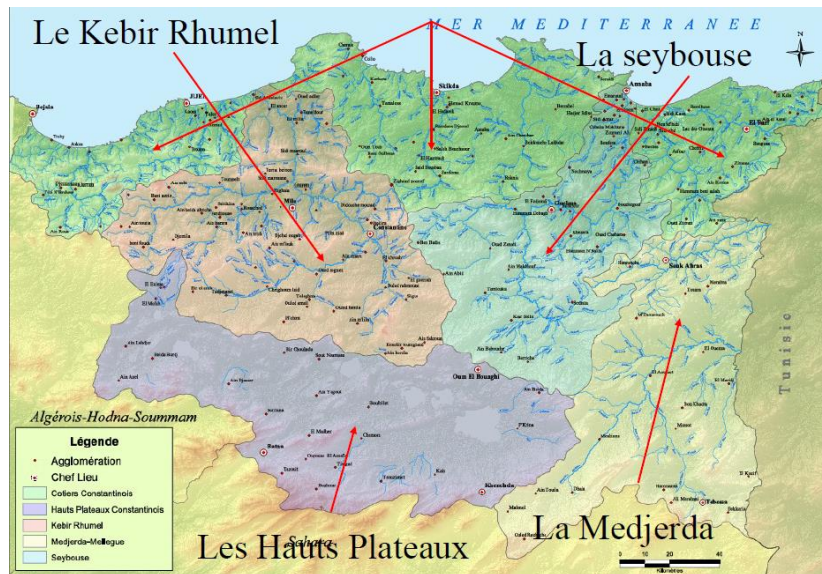
- La partie occidentale, constituée par le bassin de l'Oued Endja, se caractérise par des précipitations relativement élevées (700mm/ an en moyenne) et une topographie montagneuse. Dans ce bassin les cotes atteignent 1400 m. La superficie de ce bassin est de 2169 km<sup>2</sup>.
- La partie orientale, constituée par le bassin de l'Oued Rhumel, se caractérise par une topographie plus douce et des précipitations modérées (500mm/an). La superficie de ce bassin est de 5490 km<sup>2</sup>. Dans ce bassin, le terrain s'élève jusqu'à 1300m.

Les deux rivières, l'Endja et le Rhumel, confluent près de l'extrémité amont de la gorge de Béni-Haroun pour formé l'Oued Kebir. La confluence se situe à environ 03 km au Sud de l'extrémité amont de la gorge.

Administrativement, le bassin couvre quatre (04) wilayas : Constantine en sa quasi-totalité, Mila, Sétif et Oum El Bouaghi partiellement. Ces quatre wilayas constituant le bassin, contiennent quarante trois (43) communes.

### **I.3.Caractéristiques de Bassin versant de Barrage Béni Haroun et son retenue:**

- Surface du bassin versant : 7725 Km<sup>2</sup>.
- Apport annuel moyen : 730 Hm<sup>3</sup>.
- Aire de la retenue :
  - à la cote 200 m : 3700 ha.
  - à cote 214.8 m : 5000 ha environ.
- Cote de la retenue normale : 200 m.
- Cote des Plus haut d'eau (P.H.E) : 214.8 m.
- Capacité de la retenue à la cote 200 : 1000 Hm<sup>3</sup>.
- Volume régularisé : 435 Hm<sup>3</sup>.



**Figure I.1 : La région hydrographique Constantinois-Seybouse-Melleque.**



**Figure I.2 : Bassin versant de Kebir-Rhumel**

#### **I.4.Site du Barrage Béni Haroun :**

Le site de Béni Haroun se situe dans la commune de Hamala, daïra de Grarem Gouga. Il est éloigné d'environ 15 km du chef lieu de la wilaya de Mila , environ de 40 Km au Nord de la ville de Constantine et à 350 Km à l'Est d'Alger dans le Nord-Est de l'Algérie sur l'Oued Kébir. Le barrage se trouve à l'extrémité amont de la gorge de Béni Haroun, à environ 4 km du confluent de l'oued Rhumel et de l'oued Endja (figure I.3).



**Figure I.3 : Site du barrage Béni-Haroun**

#### **I.4.1. Géologie du site de barrage :**

Le site du barrage se localise dans une zone à relief accidenté, montrant des contrastes topographiques remarquables, avec des massifs culminants à des hauteurs élevées (Djebel Msid Aicha : 1462 m) et des ravins et talwegs sur creusés.

Le barrage est fondé sur une barre calcaire éocène d'orientation globale Est-Ouest, reposant sur des marnes noires paléocènes à l'aval et surmontée par des marnes éocènes à l'amont. En rive gauche, cette barre s'incurve vers le Nord et remonte parallèlement au versant.

Cette barre calcaire subit une torsion d'Est en Ouest. Elle présente en rive droite un pendage Sud (amont) de 32° à 40°, se redresse progressivement pour atteindre 70 à 75° au centre de la vallée puis s'inverse en rive gauche.

La limite calcaire/marne passe sous le barrage à plus de 160 m de profondeur. En rive droite, cette limite présente un pendage amont de 40 à 50°. En passant de la rive droite à la rive gauche, cette limite se redresse pour présenter un pendage de 70 à 80° amonts au niveau de l'oued et un pendage de 85 à 80° dans le haut de l'appui gauche.

La barre calcaire est parcourue par de nombreuses diaclases et fractures. L'espacement moyen des fractures varie de 0.1 à 1m.

#### **I.5. Hydrologie:**

Les caractéristiques les plus originales de toute la région sont réunies dans le bassin de Béni Haroun. Le Nord s'avère être une zone humide et pluvieuse et le sud avec un climat semi-aride à aride.

Cette opposition trouve son origine dans de multiples causes :

- Le Nord influencé par un climat méditerranéen, le sud par un climat de type continental.
- La répartition des ensembles montagneux, les contrastes renforçant cette disparité géographique.

### **I.5.1.Pluviométrie :**

La pluviométrie est l'étude des précipitations, de leur nature (pluie, neige, grésil, brouillard) et distribution, et des techniques utilisées pour leur mesure. Plusieurs instruments sont utilisés à cette fin, dont le pluviomètre/pluviographe est le plus connu. La mesure peut s'effectuer sous diverses unités, selon que le type de précipitations est solide ou liquide, mais elle est ramenée en millimètre d'équivalence en eau par mètre carré de surface pour fin de comparaison.

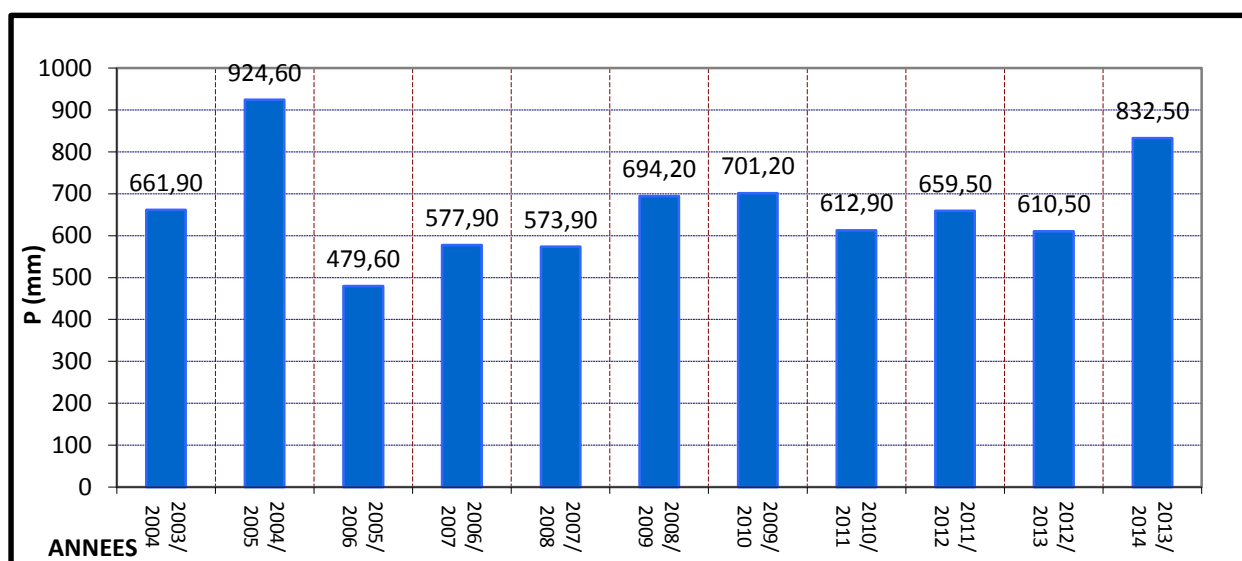
#### **➤ Les variations interannuelles**

L'interprétation de l'histogramme (Fig. I.4) fait sortir, que d'une manière générale les précipitations se caractérisent par leur irrégularité interannuelle.

La moyenne annuelle des pluies précipitées pour la période 2004/2014, est de 666.25 mm. L'année 2004/2005, est l'année la plus abondante en pluie, elle a connu une précipitation de l'ordre de 924.6 mm. A l'inverse, l'année 2005-2006, a connu une faible précipitation ; elle est de 479.6 mm (Tableau I.1), c'est l'année la plus sèche.

**Tableau I.1 : Pluviométrie Annuelle de Barrage Béni Haroun (2003-2014)**

| Annees     | 2003<br>/2004 | 2004<br>/2005 | 2005<br>/2006 | 2006<br>/2007 | 2007<br>/2008 | 2008<br>/2009 | 2009<br>/2010 | 2010<br>/2011 | 2011<br>/2012 | 2012<br>/2013 | 2013<br>/2014 |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Pluie (mm) | 661,90        | 924,60        | 479,60        | 577,90        | 573,90        | 694,20        | 701,20        | 612,90        | 659,50        | 610,50        | 832,50        |



source : (ANBT Béni Haroun)

**Figure I.4 : Pluviométrie Annuelle de Barrage Beni Haroun (2003-2014)**

### I.5.2. Les températures :

Actuellement, si le bassin de Beni Haroun possède un réseau d'observation moyennement dense, en revanche, la carence en matière de mesures thermométriques se fait nettement sentir.

La température est un paramètre très important dans la conversion de l'état de liquide à solide ou gaz, et la variation de la température agit directement sur le taux d'évaporation tels-que le taux d'évaporation augment pendant l'augmentation de la température et l'inverse ; ce paramètre influencé par latitude, l'altitude, le relief et le type de surface ou végétation...etc.

La mesure de la température est très facile par des instruments comme le thermomètre (les plus courants sont les thermomètres à mercure, à alcool et à toluène)

La température de l'aire suit un cycle quotidien appelé variation (ou cycle diurne) avec un minimum et maximum observable à la cour d'une journée ou année ou mois.

**Tableau I.2 :**Température moyenne mensuelle en °C à la station de Beni-Haroun  
(2007-2013).

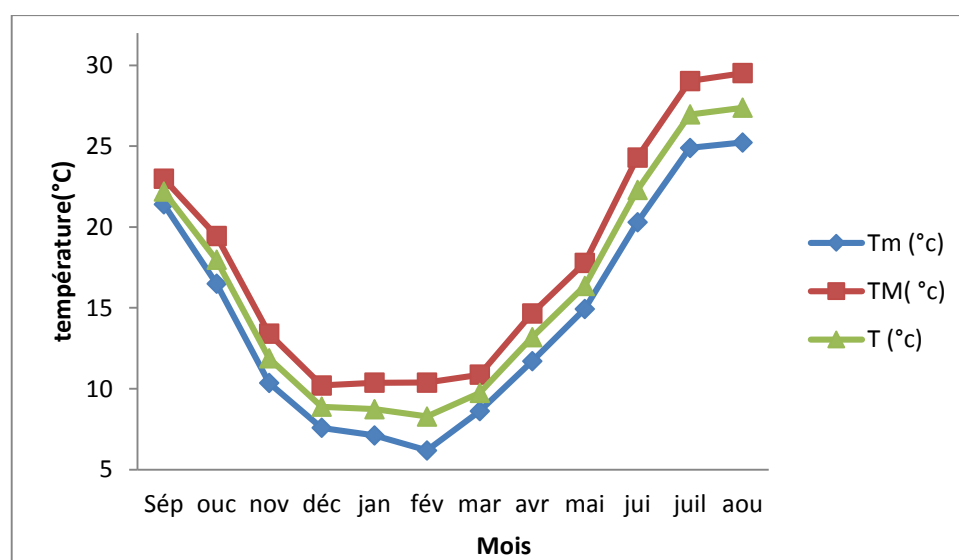
| Mois    | Sép   | Oct   | Nov   | déc  | Jan   | Fév   | Mar   | Avr   | Mai   | Jui   | Juil  | Aout  | MOY   |
|---------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tm (°c) | 21,4  | 16,5  | 10,35 | 7,58 | 7,11  | 6,18  | 8,61  | 11,7  | 14,94 | 20,29 | 24,89 | 25,23 | 14,57 |
| TM (°c) | 22,98 | 19,45 | 13,4  | 10,2 | 10,37 | 10,38 | 10,87 | 14,66 | 17,79 | 24,3  | 29,03 | 29,52 | 17,75 |
| T (°c)  | 22,19 | 17,98 | 11,88 | 8,89 | 8,74  | 8,28  | 9,74  | 13,18 | 16,37 | 22,3  | 26,96 | 27,38 | 16,16 |

ANBT( Beni Haroun)

**Tm:** Moyenne mensuelle des températures minimales.

**TM:** Moyenne mensuelle des températures maximales.

**T:** température moyenne mensuelle.  $T = (Tm + TM)/2$



**Figure I.5: Représentation graphique des températures à la station de Beni Haroun, période 2007-2013.**



Selon le diagramme (figure I.5) on observe que la station de Beni -Haroun caractériser par deux saisons l'une froide s'étend de Novembre jusqu'à Avril avec une min de **8,28°C** en Février, et l'autre chaude s'étend de Mai jusqu'à Octobre avec un max de **27,38°C** en Aout. La température moyenne de cette station est modérée elle est de l'ordre de **16,16°C**.

### **I.5.3. Evaporation de la retenue du barrage :**

Le phénomène de l'évaporation des lacs de barrages en Algérie est considérable. Une perte de volume très élevée est enregistrée annuellement.

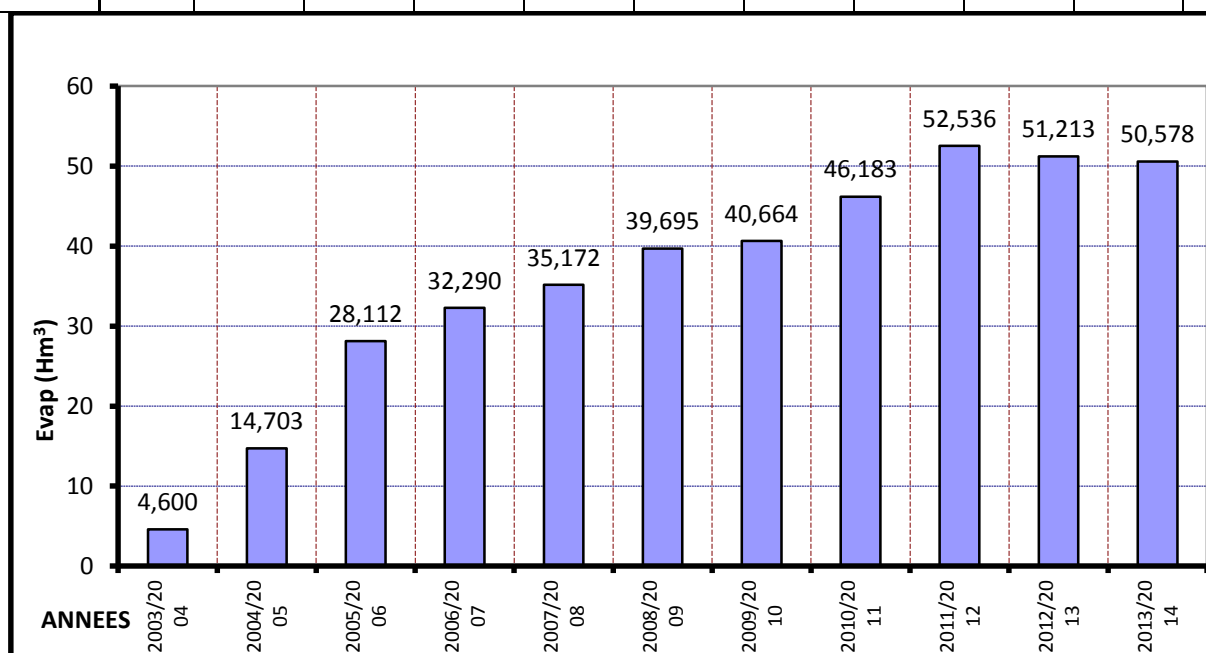
Le barrage de Beni haroune est équipé d'un bac Colorado, installé à proximité de la retenue. Il permet aux techniciens de prendre des mesures journalières de l'évaporation.

Le taux d'évaporation le plus élevée est de 52,536 hm<sup>3</sup> de l'année 2011/2012. Et le taux d'évaporation le plus faible est de l'ordre de 4.6 hm<sup>3</sup> de l'année 2003/2004 (figure I.6).

**Tableau I.3 : Evaporation Annuel (2003-2014)**

*ANBT( Beni Haroun)*

| Années                     | 2003<br>/2004 | 2004<br>/2005 | 2005<br>/2006 | 2006<br>/2007 | 2007<br>/2008 | 2008<br>/2009 | 2009<br>/2010 | 2010<br>/2011 | 2011<br>/2012 | 2012<br>/2013 | 2013<br>/2014 |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Evap<br>(Hm <sup>3</sup> ) | 4,600         | 14,703        | 28,112        | 32,290        | 35,172        | 39,695        | 40,664        | 46,183        | 52,536        | 51,213        | 50,578        |



**Figure I.6 : Evaporation Annuel de la retenue de beni haroun (2003-2014).**



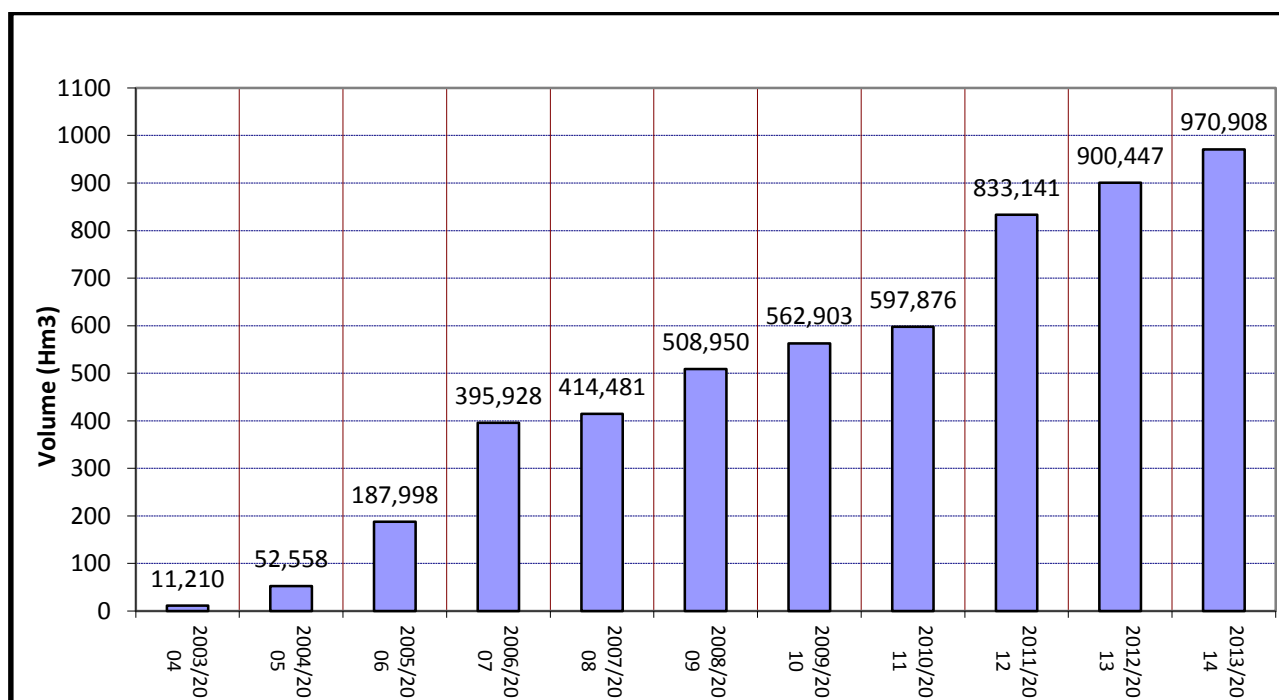
#### **I.5.4. Volume de réserve (Remplissage de la retenue) :**

La retenue du barrage de Béni Haroun est à son niveau le plus élevé depuis le début de son remplissage graduel en 2003/2004 (11.21 hm<sup>3</sup>) en atteignant a l'année hydrologique 2013/2014 un volume de 9701.908 hm<sup>3</sup> (figure I.7).

**Tableau I.4 :** Volume de réserve (Remplissage de la retenue 2003-2014)

| Années                            | 2003<br>/2004 | 2004<br>/2005 | 2005<br>/2006 | 2006<br>/2007 | 2007<br>/2008 | 2008<br>/2009 | 2009<br>/2010 | 2010<br>/2011 | 2011<br>/2012 | 2012<br>/2013 | 2013<br>/2014 |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Vol de réserve (Hm <sup>3</sup> ) | 11.210        | 52.558        | 187.998       | 395.928       | 414.481       | 508.950       | 562.903       | 597.876       | 833.141       | 900.447       | 970.908       |

source : (ANBT Béni Haroun)



**Figure I.7 : Volume de réserve (Remplissage de la retenue 2003-2014).**

#### **Conclusion :**

Le bassin de Kebir- rhumel, constitue à notre égard un exemple particulièrement intéressant dans la mesure où il a été l'objet d'un grand aménagement en vue d'alimenter en eau six (06) wilayas de l'Est algérien, présente d'énormes potentialités touristiques et Sport nautique.

Le bassin est caractérisé par :

- Pluviométrie Annuelle : Maximum a l'année 2004-2005 avec une valeur de 924,60 mm ,le Min enregistrer a l'année 2005-2006 avec une valeur de 479,60 mm.
- La température moyenne mensuelle atteint une valeur de 16,16 T(°c).
- L'évaporation le plus élevée est de 52,536 hm<sup>3</sup> de 2011/2012. L'évaporation le plus faible est de l'ordre de 4.6 hm<sup>3</sup> de l'année 2003/2004.
- Le remplissage graduel de la retenue depuis le début en 2003/2004 (11.21 hm<sup>3</sup>) en atteignant a l'année hydrologique 2013/2014 un volume de 9701.908 hm<sup>3</sup>.

*Chapitre N° II :*  
*Caractéristique de Barrage*  
*Béni Haroun*

## **Introduction :**

Le barrage Béni Haroun est un barrage poids construire en béton compacté au rouleau (BCR). Le Béton Compacté au Rouleau (BCR) est un nouveau matériau peu coûteux, à mise en place rapide qui convient parfaitement aux chaussées et aires de stockage, offrant ainsi une bonne durabilité et minimisant par conséquent les frais d'entretien. Sa résistance, sa durabilité et sa facilité d'exécution en font la bonne solution pour les travaux des grandes diversités d'application (Barrages, routes de transport, rues, aires de stationnement...), Il peut être considéré comme un matériau économique, rentable et non polluant.

### **II.1.Définition de BCR:**

Le béton compacté au rouleau (BCR) est défini comme étant un mélange raide sans affaissement de granulats inertes, de ciment et d'eau (avec éventuellement des additions) qui est mis en place par compactage à l'aide des engins de travaux publics (rouleau compresseur vibrant, plaques vibrantes...). Le dosage en ciment varie de 60 à 350 kg/m<sup>3</sup>.

#### **II.1.1.Avantages du BCR :**

Les avantages du BCR sont résumés dans les points suivants :

- *La durabilité:* l'un des avantages les mieux connus du béton est sa durabilité qui mène à une réduction des travaux de construction et d'entretien qui entravent la circulation.
- *Moins de travaux d'entretien:* les routes asphaltées exigent des travaux d'entretien tous les trois à cinq ans. Par contraste, on ne commence à faire des travaux d'entretien mineurs aux routes en béton qu'après 12 ans.
- *Moins de déformation:* Vu la souplesse du revêtement en asphalté, les véhicules de fort tonnage peuvent finir par y creuser des ornières. La poussée qu'ils exercent sur le revêtement peut aussi, à long terme, le faire plisser et lui donner l'apparence d'une tôle ondulée. La rigidité du béton empêche toutefois ce genre de déformations de se produire. D'autre part le béton ne se déforme pas sous l'effet de la chaleur.
- *Une meilleure adhérence:* Les études ont démontré que le béton assure, dans l'ensemble, une meilleure adhérence et une distance d'arrêt plus courte que l'asphalté, surtout lorsque le revêtement est mouillé et comporte des ornières.
- *Des économies de carburant (jusqu'à 20 %):* La chaussée souple fléchit d'avantage que la chaussée rigide sous l'effet des poids lourds. Ce qui mène à supposer qu'il faut plus de carburant, pour rouler sur une chaussée souple. La rigidité de la chaussée en béton réduit la déflexion et diminue ainsi la consommation du carburant.
- *Une meilleure visibilité la nuit:* La chaussée en BCR assure une meilleure visibilité la nuit. Comme le béton est de couleur claire, il réfléchit mieux la lumière des phares et des lampadaires que l'asphalté, qui est foncé. Autrement dit, il y a plus de lumière visible.
- *Rapidité d'exécution.*

### **II.1.2. Inconvénients du BCR :**

Les inconvénients du BCR sont résumés aussi dans les points suivants :

- La qualité et l'uni de surface des revêtements en BCR peuvent être adaptés selon les différents types d'applications visées, ils représentent le majeur inconvénient de cette technique. La texture de la surface d'un revêtement est mesurée à l'aide de l'essai de tache de sable. Cet essai détermine la profondeur moyenne de la macro texture de la surface (ASTM E 965). Il existe également d'autres méthodes de mesure de la texture d'un revêtement telles que le laser, le texturomètre et la stéréoscopie.
- L'uni d'une chaussée est exprimé par la variation positive ou négative des élévations de la surface d'une chaussée par rapport à une surface plane. On distingue des ondulations longitudinales des ondulations transversales. L'uni (confort au roulement) d'un revêtement en BCR a resté toujours un problème limitant relativement les applications du BCR où la vitesse des véhicules représente une caractéristique importante. L'uni de surface des revêtements en BCR est grandement influencé par les procédures de construction, par les variations du degré de compactage, par l'uniformité de la mise en place du finisseur et par les opérations de compactage.

### **II.1.3. Les barrages en BCR dans le monde :**

- 252 barrages (>15m) en BCR construits à la fin 2002.
- Les plus hauts : Miel (Colombie) 188m.  
Longtan (Chine) 192m (en construction).
- Les plus gros : Longtan (Chine) 5,9Mm<sup>3</sup> (en construction) (*Figure II.1*) .  
Ta Sang (Myanmar) 8,7Mm<sup>3</sup> (en construction).



*Figure II.1 : Barrage de La Touche Poupard (France)*



*Figure II.2 : Le barrage du Lac Robertson (Canada) .*

## **II.2.L'expérience Algérienne dans le domaine des barrages BCR :**

Barrage Koudiat Acerdoune (Bouira) Barrage en béton compacté au rouleau, d'une hauteur de 101 m , une longueur de 380m , et le volume de 1000000 m<sup>3</sup>.

Barrage de Tabellout wilaya de Jijel (*Figure II.3* ), le 5ème du pays en matière de capacité de stockage de l'ordre de 294 millions de m<sup>3</sup>, à un peu plus de 350 km d'Alger, cet ouvrage est un barrage poids de un million de m<sup>3</sup> de béton compacté au rouleau (BCR).



*Figure II.3 : Barrage de Tabellout wilaya de Jijel en cours de réalisation*



### **II.3.Le barrage de Béni Haroun :**

Le barrage de Béni Haroun est un grand complexe hydraulique stratégique en Algérie, situé dans la wilaya de Mila au Nord-Est de l'Algérie. Le barrage de 120 m de hauteur, est le plus important et le plus grand barrage en Algérie avec une capacité de 960 millions de mètres cubes. Le barrage proprement dit est constitué d'une digue renforcée de 1,8 million de mètres cubes de béton roulé compact (BCR).



*Figure II.4: Barrage Béni Haroun en cours de réalisation (année 2000).*

#### **II.3.1.Digue :**

La digue est de type poids rectiligne en BCR, avec une légère déviation à son extrémité droite vers l'aval. Le parement amont est vertical, le parement aval est échelonné avec une pente  $H: 0,8 / V: 1$ . Les échelons ont une hauteur de 1,20 m.

L'étanchéité est assurée par le parement amont réalisé en béton conventionnel sur une largeur de 1m dont les joints verticaux sont équipés de waterstop.

Le volume de BCR de barrage Beni Haroun est :  $1.8 \text{ M m}^3$

##### **II.3.1.1.Dimensions de la digue :**

- au dessus du terrain naturel : 107 m
- Hauteur maximale au dessus des fondations : 118 m
  - Hauteur hors sol : 120 m
  - Longueur en crête : 710 m
  - Largeur en crête : 8 m
  - Largeur maximale au niveau des fondations : 93 m
- Côte de la crête : 216.6 m



*Figure II.5: Digue de Barrage Béni Haroun.*

### **II.3.2. Etanchéité du barrage Béni Haroun :**

#### **II.3.2.1. Les plans de reprise :**

La réflexion et l'expérience conduisent à être très prudentes vis à vis d'une garantie d'étanchéité s'appuyant sur la seule considération de la température moyenne et de la durée d'exposition de la surface de reprise. Dans les cas courants en effets, les conditions optimales d'organisation du chantier conduisent à l'équiper pour permettre la mise en œuvre d'une à deux couches de BCR par jour étalées, par mesure de facilité des travaux, sur toute la surface du barrage. Dans ces conditions, l'étanchéité des reprises ne pourra dans la plupart des cas être suffisamment garantie que par un traitement préalable comportant la mise en place d'une couche de mortier ou de petit béton.

#### **II.3.2.2. Les joints verticaux :**

Leur présence est liée, pour la plupart d'entre eux, au comportement thermique du barrage. Les études et l'observation montrent que parmi les très nombreux paramètres intervenant dans le potentiel de fissuration thermique d'un ouvrage, les deux facteurs suivants sont décisifs :

- La teneur en ciment, qui détermine l'élévation (pratiquement adiabatique) de température dans le corps du barrage. Elle est de l'ordre de  $15^{\circ}\text{C}$  pour un dosage de  $100\text{ kg/m}^3$ .
- L'écart maximal pouvant exister dans le temps entre la température de mise en place du BCR et l'extérieur.

#### **II.3.2.3. Mesures envisageables :**

Les points qui précèdent conduisent aux orientations générales suivantes, pour des mesures d'ailleurs connues et utilisées dans la construction ou les études de barrages en BCR.

- Pour les barrages qui ne sont pas soumis à des variations climatiques trop brutales, et pour lesquels on accepte a priori de venir réparer toute fissure éventuelle survenant en cours d'exploitation, on peut envisager de ne pas faire de joints systématiques dans le corps du barrage, sauf dans les sections particulières où existent des discontinuités topographiques ou géotechniques marquées. Le traitement d'étanchéité sera donc limité au nettoyage et à la mise en place soignée d'une couche de mortier sur les reprises dans la partie amont de l'ouvrage.
- Dans les autres cas : ouvrages importants soumis à des conditions climatiques sévères, ou s'il est jugé nécessaire d'avoir des garanties supplémentaires d'étanchéité, on devra avoir recours à des dispositions spéciales étanchant le parement amont.
- Masque en béton traditionnel avec joints munis de dispositifs d'étanchéité. La montée Couche par couche avec le BCR, faite à Aoulouz, est la méthode pratiquement partout utilisée à ce jour. Elle entraîne des contraintes sur l'organisation des travaux et nécessite des mises au point bien étudiées pour obtenir un contact satisfaisant entre le masque et le BCR adjacent. En contrepartie, elle assure un bon monolithisme de cette zone qui lui garantit ses qualités de comportement et notamment l'étanchéité recherchée.
- Membrane étanche mise en place à l'amont et convenablement protégée. Cette dernière solution offre actuellement moins d'exemples d'application. Mais elle apparaît très prometteuse dans l'avenir par les qualités de simplicité et d'économies qu'elle recèle.

### **II.3.3.Drainage du corps du barrage :**

Un système de drainage installé dans un barrage pousse à contrôler les sous-pressions éventuelles pouvant se développer dans celui-ci et constitue donc un facteur de bonne tenue de l'ouvrage. Dans le cas d'un barrage en BCR, l'existence des plans de faiblesse mécanique constitués par la famille des reprises conduit, pour un coût par ailleurs faible, à en envisager l'usage systématique et en faire l'étude avec un soin tout particulier. A noter toutefois que le drainage ne présente pas que des avantages car il augmente les gradients et les débits ce qui peut, si on n'y prend pas garde, avoir des conséquences négatives sur le comportement, thermique notamment, de l'ouvrage. Par ailleurs il nécessite un entretien suivi pour garantir son efficacité et pouvoir ainsi compter en permanence sur lui.

Comme pour celui de l'étanchéité, le système de drainage doit être adapté à la structure du barrage. Dans les cas courants, le plus approprié apparaît être un écran situé dans la partie amont de l'ouvrage et composé de drains qui, pour être efficaces, devront être suffisamment resserrés d'un diamètre suffisant. Habituellement verticaux, ces drains pourraient être



avantageusement inclinés pour concerner également la famille de joints verticaux découpant (ou susceptible de découper) le corps du barrage. Dans ce dernier cas, ils devraient alors être nécessairement forés. Ces drains doivent déboucher dans une galerie inférieure recueillant les eaux et permettant tous les contrôles et les entretiens nécessaires. Dans les ouvrages de grande hauteur, on peut envisager de superposer plusieurs galeries de ce type. Cette conception entraîne des sujétions supplémentaires d'exécution (que l'on pourra réduire au mieux par la mise au point de dispositions appropriées) mais elle apporte en contrepartie la garantie d'un meilleur contrôle de la sécurité et du comportement du barrage.

## LE BARRAGE EN CHIFFRE

|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| Année de construction         | 1996                     |
| Année de Mise en eau          | 2003                     |
| Capacité initiale             | 997,00 Hm <sup>3</sup>   |
| Capacité dernier levé (2004)  | 996,00Hm <sup>3</sup>    |
| Apport moyen annuel           | 435 Hm <sup>3</sup>      |
| Envasement annuel             | 06 Hm <sup>3</sup> /an   |
| Surface du bassin versant     | 7725 Km <sup>2</sup>     |
| Hauteur                       | 118 m                    |
| Longueur                      | 710m                     |
| Largeur en crête              | 08 m                     |
| Largeur maximale à la base    | 93 m                     |
| Niveau de la crête            | 216,30 m                 |
| Côte retenue Normale (R.N)    | 200 m                    |
| Côte Plus Hautes Eaux (P.H.E) | 214,80 m                 |
| Déversoir à SEUIL LIBRE       | 16 000m <sup>3</sup> /s  |
| Vidange de demi-Fond          | 2x335 m <sup>3</sup> /s  |
| Volume de Terrassement        | 1 433 423 m <sup>3</sup> |
| Volume de béton               | 1 800 000 m <sup>3</sup> |
| Injection                     | 162 000 ml               |

### **Conclusion :**

Appliquée aux barrages poids, la technique du BCR offre des avantages incontestables, de coûts et des délais particulièrement, par rapport au béton conventionnel. Ce chapitre fait une synthèse rapide des facteurs essentiels qui conduisent à préférer ce procédé nouveau et d'en tirer les conséquences principales entraînées sur la conception de ce type d'ouvrage.

Dans l'état actuel de la question, il y a tout de penser qu'on pourra l'améliorer encore de façon à tirer le meilleur parti de cette innovation. Dans le domaine des barrages, les progrès se mesureront alors par les optimisations apportées au couple capital constitué par les facteurs sécurité et économie.

*Chapitre N° III :*  
*Ouvrages annexes de Barrage*  
*Béni Haroun*

## **Introduction :**

Un barrage est toujours accompagné d'ouvrages annexes qui concernent l'évacuation des crues, la vidange et la prise d'eau. Les ouvrages annexes réalisés pour la protection et pour l'utilisation barrage.

### **III.1.Évacuateur de crues:**

Les évacuateurs de crue sont des ouvrages annexes aux barrages, qui permettent la restitution des débits de crues excédentaires (non stockés dans le réservoir) à l'aval du barrage.

D'une importance primordiale pour la sécurité du barrage, les déversoirs doivent être en mesure d'empêcher le débordement de l'eau par-dessus la digue et l'apparition de phénomènes d'érosion à l'aval de la digue dans la zone de rejet dans l'oued.

Les déversoirs peuvent être groupés en deux principaux types : les déversoirs de surface et les déversoirs en charge.

L'évacuateur de crue de Barrage Béni Haroun est un évacuateur de surface de type (à seuil libre) intégré au barrage dans la partie centrale de celui-ci.

L'évacuateur de surface est le type le plus communément utilisé et aussi le plus fiable. L'évacuateur de surface débute par un seuil dans un chenal à faible pente qui amène l'eau à l'aval de la digue. L'eau emprunte ensuite le coursier dont la pente permet de rattraper la différence de cote entre le niveau de la retenue et celui de l'oued à l'aval. Le coursier aboutit soit directement dans l'oued (différence de cote faible), soit dans un bassin d'amortissement (cas de forte pente).

La crête de l'évacuateur est située à la côte 200 m, il est composé de six passes d'une largeur de 19 m chacune séparées par des piles de deux mètres de large. Le coursier se termine par un saut de ski incliné de façon à diriger le jet vers la droite.

- L'évacuateur est surmonté d'un pont route (*Figure III.1*).
- Largeur du front déversant : 110 m.
- Longueur du coursier : 73 m.
- Débit du déversoir à seuil libre : 16000 m<sup>3</sup>/s.
- Côte du bec aval du saut de ski : Variable de 124.00 à 126.00 m.
- Longueur totale de l'évacuateur en crête : 124 m.
- Longueur utile de l'évacuateur en crête : 114 m répartis en 6 passes de 19 m.
- Longueur de la cuillère : 130 m
- Débit maximale : 13 230 m<sup>3</sup>/s pour PHE à 214.74 m.



Figure III.1 : Évacuateur de crues de Barrage Béni Haroun.

**- Déversement par l'évacuateur de crue :**

Le déversement est de l'ordre de 877.097 hm<sup>3</sup> a l'année 2011/2012, et le plus grand volume déversé est de l'ordre de 1165.024 hm<sup>3</sup> ( Figure III.2 et tableau III.1)

**Tableau III.1** : Déversement par l'évacuateur de crue de Barrage de Béni Haroun (2003-2014).

| Années                          | 2003<br>/2004 | 2004<br>/2005 | 2005<br>/2006 | 2006<br>/2007 | 2007<br>/2008 | 2008<br>/2009 | 2009<br>/2010 | 2010<br>/2011 | 2011<br>/2012 | 2012<br>/2013 | 2013<br>/2014 |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Déversoir<br>(hm <sup>3</sup> ) | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 877,097       | 613,966       | 1165,024      |

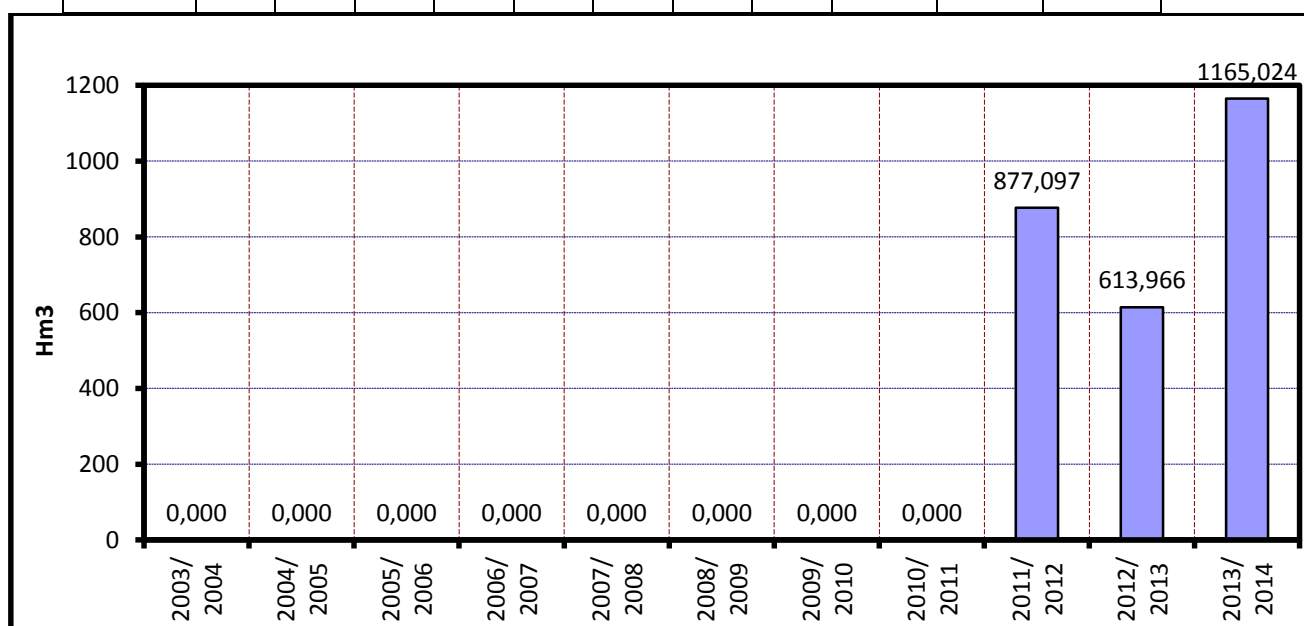


Figure III.2 : Déversement par l'évacuateur de crue de Barrage de Béni Haroun  
(2003-2014).

### **III.2. Galeries de dérivation :**

Les galeries de dérivation se situent en rive gauche avec un diamètre excavé de 9 m et un diamètre bétonné de 8 m. Les deux galeries (*Figure III.3*) ont une longueur totale de 1256 m (611m + 645m).



*Figure III.3 : Galeries de dérivation de Barrage Béni Haroun.*

### **III.3 Galerie d'injection et de drainage:**

Trois galeries réparties sur trois niveaux 100, 140 et 175 situées à proximité du parement amont permettront les opérations d'injection et de drainage dans le corps du barrage et dans la fondation, une quatrième galerie décalée vers l'aval en rive droite permettra de drainer le massif situé sous la vidange de demi-fond.

- Section des galeries :  $3,5 \times 3,85 \text{ m}^3$ .
- Longueur totale : 2 200 m.
- Longueur dans la roche : 543 m.
- Pente : 1%.

### **III.4 Vidange de demi-fond:**

La vidange de demi-fond est constituée de (02) deux pertuis calés à la côte 140 en rive droite (*Figure III.4*).

Chaque pertuis est revêtu d'un blindage en acier et présente une section de :  $3,0 \times 4,10 \text{ m}$ .

Chaque pertuis est équipé de l'amont vers l'aval d'une vanne Wagon manœuvrable à partir de la crête, d'un reniflard, d'une vanne Segment et d'une vanne Secteur.

Les vidanges sont dimensionnées pour évacuer  $700 \text{ m}^3 / \text{s}$  sous la crête de retenue normale.



Figure III.4 : Vidange de demi-fond de Barrage de Béni Haroun.

- **Vidange** : la moyenne annuelle de la vidange de demi fond pour la période 2003-2014 est  $511.67 \text{ hm}^3$ , pour l'année 2004-2005 est atteint un grand volume avec une valeur de  $2110.373 \text{ hm}^3$ , mais la plus faible valeur elle est enregistrer a l'année 2011-2012 avec  $194.959 \text{ hm}^3$ . L'année 2012 jusque à 2014 le barrage ne pas vidanger (Figure III.5).

Tableau III.2: Vidange de Demi-fond (2003-2014)

| Année                                    | 2003<br>/2004 | 2004<br>/2005 | 2005<br>/2006 | 2006<br>/2007 | 2007<br>/2008 | 2008<br>/2009 | 2009<br>/2010 | 2010<br>/2011 | 2011<br>/2012 | 2012<br>/2013 | 2013<br>/2014 |
|------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Vidange<br>de fond<br>(Hm <sup>3</sup> ) | 1 080,560     | 2 110,373     | 251,372       | 373,473       | 233,750       | 640,976       | 479,849       | 263,070       | 194,959       | 0,000         | 0,000         |

source : (ANBT Béni Haroun)

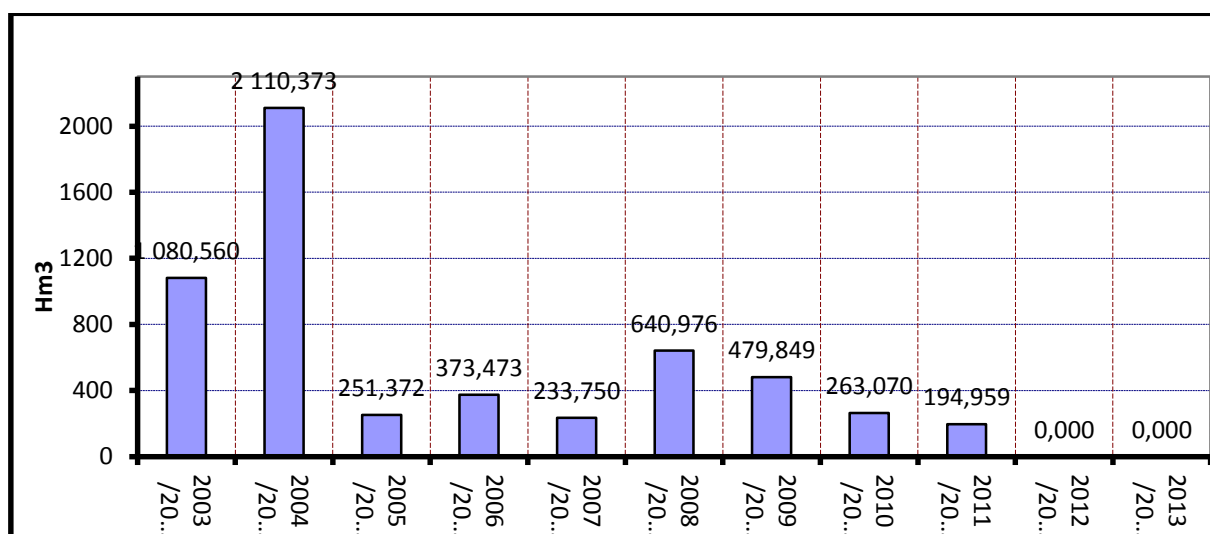


Figure III.5 : Vidange de Demi fond (2003-2014).



### **III.5 Prise d'eau :**

Les ouvrages de prise d'eau ont pour but de prélever dans un cours d'eau ou dans un réservoir le débit nécessaire à chaque instant à l'utilisation (Irrigation, Station de Traitement d'Eau Potable ou de Production d'Energie Electrique).

La prise d'eau de barrage Beni Haroun (*Figure III.6*) est composée de deux seuils à la cote 167.50 m et est dissociée de la tour par une galerie d'amené d'eau, cette dernière en forme de fer à cheval d'une longueur de 95m et un diamètre intérieur de 3.50m.

#### **III.5.1 Bâtiment des pompes:**

- Type : tour cylindrique en béton armé, immergée dans le réservoir.
- Diamètre intérieur: 25 m.
- Niveau de sommet: 220 m.
- Niveau de fondation: 135 m.
- Hauteur sur fondation: 85m dont en puits: 55m, à l'air libre: 35m.
- Epaisseur sur parois: 2.5 m.



*Figure III.6 : Bâtiment des pompes de Barrage Béni Haroun*

#### **III.5.2 Pont d'accès :**

- Type: Mixte.
- Longueur : 83 m.
- Capacité portante: 240 tonnes.
- Niveau tablier supérieur: 220.00 m.

#### **III.5.3 Équipements mécaniques (pompe) :**

Dans ce contexte, nous citerons la station de pompage de Beni Haroun qui constitue le premier maillon du transfert de Beni Haroun vers les autres régions. Cette station est l'une des plus grandes au monde, d'une puissance de 180 mégawatts, elle refoule un débit de 1,5 million de m<sup>3</sup>/jour (Figure III.7).

- Nombre : 02
- Hauteur manométrique nominale: 702 m
- Débit nominal : 11.5 m<sup>3</sup>/s
- Type: Centrifuge à axe vertical à 02 étages
- Contre pression à l'aspiration : Maximum 25m
- Mode de démarrage : Avec dénoyage préalable de la roue.

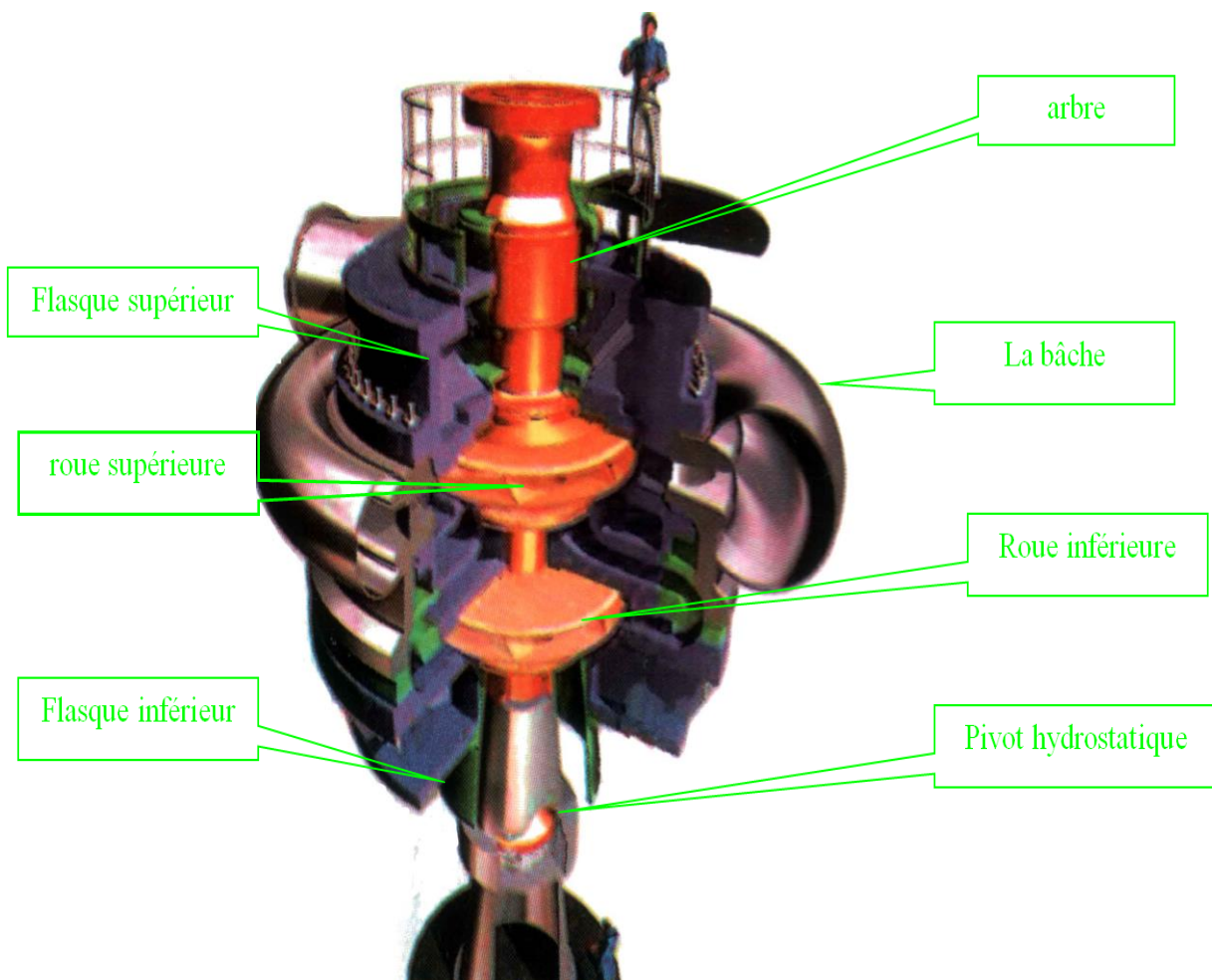


Figure III.7 : Coupe transversale de la pompe de Barrage Béni Haroun.



## **Conclusion**

- L'évacuateur de crue de Barrage Béni Haroun est un évacuateur de surface de type (à seuil libre) intégré au barrage dans la partie centrale avec un débit de  $16000 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Deux galeries de dérivation, se situent en rive gauche avec un diamètre excavé de 9 m.
- Trois galeries d'injection et de drainage réparties sur trois niveaux 100, 140 et 175 m situées à proximité du parement amont.
- La vidange de demi-fond est constituée de (02) deux pertuis calés à la côte 140 en rive droite.
- La station de pompage de Beni Haroun composé par deux pompe à type: Centrifuge à axe vertical à 02 étages, elle refoule un débit de 1,5 million de  $\text{m}^3/\text{jour}$ .

## *Conclusion générale*

### **Conclusion générale :**

Nous avons illustré dans ce travail le barrage de Béni Haroun et ses différentes caractéristiques.

Le barrage est de type poids rectiligne en Béton Compacté au Rouleau (BCR) s'appuyant sur une fondation rocheuse calcaire avec une hauteur de 118 m sur fondation et sa longueur en crête est de 710 m.

L'évacuateur de surface de type à seuil libre est intégré dans le corps de l'ouvrage, dans la partie centrale de la vallée ; avec une longueur totale de 122,40m et un débit maximal de 16000 m<sup>3</sup>/s.

L'ouvrage est équipé de deux vidanges de demi fond intégrées dans le corps du barrage en rive droite. Elles sont calées à la côte 140 et leur capacité totale est de 700 m<sup>3</sup>/s (soit 350 m<sup>3</sup>/s pour chaque pertuis).

La construction de ce barrage a débuté en 1996 et achevée en 2002.

Ce barrage est destiné à l'alimentation en eau potable de la ville de Mila et de Constantine, ainsi que l'irrigation d'environ 30.000 hectares dans les plaines de Teleghma, Chemoura et Tafouna à raison de 228 millions de m<sup>3</sup>.

L'ouvrage constitue la clé du projet de transfert des ressources en eaux mobilisées par le barrage de Béni Haroun vers les Six (06) Wilayas : Batna, Kenchela, Mila, Oum El Bouaghi, Constantine et Jijel.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

1. Agence Nationale des Barrages et Transferts de Mila (ANBT).
2. Mebarki, A, Benabbas, C, 2008, « Aménagement intégré des eaux du Kébir-Rhumel (Algérie Orientale) : le système Beni-Haroun », Communication, au « Colloque International Terre et Eau – 2008 », Université « Badji Mokhtar de Annaba » novembre 2008(résumé étendu + présentation Power Point).
3. Claude Gou (2005): Les barrages en BCR : Expérience canadienne.
4. Kerdoudsouheila (2006) : Le bassin versant de Beni Haroun , Eau et pollution. Magister en aménagement du territoire. Université Mentouri- Constantine.
5. Mustapha Zdiri, M. Ben Ouezdou(2008) : Etude de formulation et de comportement mécanique des Bétons Compactés au Rouleau (BCR): Applications routières - Cas des matériaux de gisements locaux. Doctorat de l'université d'Artois.

### ❖ Les sites web :

- [http://www.razel-bec.com/fr/chantiers\\_chantiers\\_barragedetabellout.htm#content](http://www.razel-bec.com/fr/chantiers_chantiers_barragedetabellout.htm#content).
- <http://www.anbt.dz/fr/index.php/component/k2/item/22-systeme-beni-haroun>.
- [http://www.coyne-et-bellier.fr/realisations/realisation\\_barrages.html](http://www.coyne-et-bellier.fr/realisations/realisation_barrages.html).
- [http://www.icold-cigb.org/FR/Barrages/role\\_des\\_barrages.asp](http://www.icold-cigb.org/FR/Barrages/role_des_barrages.asp).
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pluviom%C3%A9trie>.
- <http://www.planete-tp.com/bcr-a683.html>.
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Bassin\\_versant](http://fr.wikipedia.org/wiki/Bassin_versant).

# LISTE DES TABLEAUX

| <b>Numéro des tableaux</b> | <b>Titre des tableaux</b>                                                    |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tableau I.1</b>         | Pluviométrie Annuelle de Barrage Béni Haroun (2003-2014).                    |
| <b>Tableau I.2</b>         | Température moyenne mensuelle en °C à la station de Beni-Haroun (2007-2013). |
| <b>Tableau I.3</b>         | Evaporation Annuel (2003-2014).                                              |
| <b>Tableau I.4</b>         | Volume de réserve (Remplissage de la retenue (2003-2014).                    |
| <b>Tableau III.1</b>       | Déversement par l'évacuateur de crue de Barrage de Béni Haroun (2003-2014).  |
| <b>Tableau III.2</b>       | Vidange de Demi-fond (2003-2014).                                            |

# LISTE DES FIGURES

| Numéro des figures | Titre des figures                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Figure I.1         | La région hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellegue.                                 |
| Figure I.2         | Bassin versant de Kebir-Rhumel.                                                           |
| Figure I.3         | Site du Barrage Béni-Haroun.                                                              |
| Figure I.4         | Pluviométrie Annuelle de Barrage Béni Haroun (2003-2014)                                  |
| Figure I.5         | Représentation graphique des températures à la station de Beni Haroun, période 2007-2013. |
| Figure I.6         | Evaporation Annuel de la retenue de Beni Haroun (2003-2014)                               |
| Figure I.7         | Volume de réserve (Remplissage de la retenue 2003-2014).                                  |
| Figure II.1        | Barrage de La Touche Poupard (France).                                                    |
| Figure II.2        | Le barrage du Lac Robertson (Canada).                                                     |
| Figure II.3        | Barrage de Tabellout wilaya de Jijel en cours de réalisation.                             |
| Figure II.4        | Barrage Béni Haroun en réalisation (année 2000).                                          |
| Figure II.5        | Digue de Barrage Béni Haroun.                                                             |
| Figure III.1       | Evacuateur de crues de Barrage Béni Haroun.                                               |
| Figure III.2       | Déversement par l'évacuateur de crue de Barrage de Béni Haroun (2003-2014).               |
| Figure III.3       | Galleries de dérivation de Barrage Béni Haroun.                                           |
| Figure III.4       | Vidange de demi-fond de Barrage de Béni Haroun.                                           |
| Figure III.5       | Vidange de Demi-fond (2003-2014).                                                         |
| Figure III.6       | Bâtiment des pompes de Barrage Béni Haroun.                                               |
| Figure III.7       | Coupe transversal de la pompe de Barrage Béni Haroun.                                     |