

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'El-oued

Faculté de technologie

Département d'Hydraulique et
Génie civile



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme Master en Hydraulique

Option: Ouvrage hydraulique

THEME :

diagnostic et réhabilitation de prise d'eau de barrage
foum El Gherza –Biskra-

Dirigé par :

Mr.Mohammed Sayah Lembarek

Présenté par :

Chacha abdelouahab

Bendebka ishak

Debilou abdelkader

Devant le jury composé de :

Président: Khater Ibtissam..... Université d'El-oued

Examinatrice: Maziani Assia Université d'El-oued

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

En dédie ce modeste travail avec vif plaisir à ceux

Qui sont les plus proches à nos cœurs,

À nos très chères mères

À nos chers pères

À nos très chères femmes

À nos chères sœurs et frères.

À nos tantes et oncles

À toute la famille

À tous nos amis

Remerciement

Nous commençons par remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et l'amour du savoir pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Nos sincères remerciements à M. Muhammad Sayah à Moubarak pour sa supervision et ses conseils tout au long de la réalisation de ce projet.

Nous remercions au membres de jury qui ont dieu voulu examiné ce travail.

Nos profonds respects à tous les enseignants du département d'hydraulique qui ont contribué à notre formation.

remerciements vont également au directeur et cadres de direction du barrage foun El Ghorza –Biskra-

Abdelouahab+ishak+abdelkadr

Résumé

Pour la réussite de tout entretien et réhabilitation de barrages en particulier le prise d'eau il nécessite la préparation d'une étude diagnostique suffisante afin de déterminer les raisons qui ont conduit à l'apparition du problème avant de procéder au processus d'intervention ,dans cette étude , nous avons diagnostiqué la réhabilitation des conduits des prises du barrage de foug-el-gherza Biskra, celui propose quelques solutions et recommandations afin de réhabiliter ces canaux et d'assurer un mode de gestion idéal du barrage afin d'éviter la récurrence de ces problèmes.

Mots Clés : Barrage – Foug El-Gherza – réhabilitation – diagnostique- prise d'eau

Abstract

For the success of any maintenance and rehabilitation of dams especially ducting, It requires the preparation of a sufficient diagnostic study in order to determine the causes that led to the occurrence of the problem before carrying out the intervention process, in this study, we diagnosed the rehabilitation of the ducts of the dam Foug El-Gherza, this is by proposing some solutions and recommendations in order to rehabilitate these channels and ensure an ideal management method for the dam to avoid the recurrence of these problems.

Keywords: Dam - Foug El-Gherza - rehabilitate - diagnosed- ducts

الخلاصة

من أجل نجاح أي عملية صيانة أو إعادة تأهيل السدود وخاصة قنوات الجر يتطلب إعداد دراسة تشخيصية كافية من أجل تحديد الأسباب التي أدت إلى حدوث المشكلة قبل القيام بعملية التدخل وقد قمنا في هذه الدراسة بتشخيص عملية إعادة تأهيل قنوات الجر لسد فم الغرزة بسكرة وهذا باقتراح بعد الحلول والتوصيات من أجل تأهيل هذه القنوات وضمان طريقة تسيير مثالية للسد لتفادي تكرار هذه المشاكل

الكلمات المفتاحية: سد-فم الغرزة- إعادة تأهيل -تشخيص- قنوات الجر

Listes des Figures

La figure	Page
Figure I.1: Schéma Eléments constructifs d'un barrage	04
Figure I.2: Schéma d'un barrage en béton-type poids	05
Figure I.3: D'un barrage en béton-type voûte	06
Figure I.4: Types d'étang	08
Figure I.5: siphon au-dessus du barrage	09
Figure I.6: tuyau d'évacuation	09
Figure I.7: vaive en dehors du barrage	10
Figure I.8: Choix du site de la prise d'eau principale le long d'un cours d'eau	11
Figure I.9: canal de prise d'eau à niveau libre	12
Figure I.10: canal de prise d'eau à niveau contrôle	13
Figure I.11: niveau d'eau dans le canal d'alimentation	14
Figure I.12: niveau d'eau dans le canal d'alimentation construit plus bas	14
Figure I.13: Débit des ouvrages de prise d'eau	16
Figure I.14: Ouvrages simples pour prises d'eau sur rivière	16
Figure I.15: barrage en terre.	18
Figure I.16: ouvrage de prise d'eau de barrage en terre	18
Figure I.17: barrage en piquets	19
Figure I.18: ouvrage de prise d'eau un barrage en piquets.	19
Figure I.19: barrage en planche	20
Figure I.20: barrage en planche verticales	21
Figure I.21 Barrage en piquets de bois	22
Figure I.22 Barrage en pierres	22
Figure I 23 Barrage en gabions	24
Figure I 24: schéma d'une barrière en gabions	24

Figure I.25 : Placement de l'armature en fers à béton pour un barrage à deux piliers	25
Figure I.26 : Barrage à trios piliers	27
Figure I.27 : Construction d'un barrage à trois piliers	28
Figure I.28 : réglables de prise d'eau principale	29
Figure I.29 : grille	29
Figure I.30 : Protection des ouvrages de prise d'eau	33
Figure II.01 : Localisation du barrage de Foug El Gherza	35
Figure II.02 : barrage de Foug El Gherza	36
Figure II.03 : Station pluviométrique du Barrage Foug El Gherza	39
Figure II 04 : Bassin versant Oued El Abiod	41
Figure II 05 : Profil en long d'Oued El Abiod	43
Figure II 06 : Carte hypsométrique du bassin	44
Figure II 07 : Carte d'utilisation du sol et des formations végétales	48
Figure II 08 : Coupe géologique du bassin versant d'oued EL Abiod	48
Figure. III.01. : le état acctehail du barrage	52
Figure. III.02. : la conduite de prise d'eau	53
Figure. III.03. : conduite forcee	54
Figure. III.04. : plan de prise de barrage	55
Figure. III.05. : 'Oued El Abiod	56
Figure. III.06. : la conduite de prise d'eau du barrage	57
Figure. III.07. : Modélisation de l'ouvrage sur EFFEL	62

Liste Des Tableaux

La tableaux	Page
Tableau I.2: . Les vents par mois dans le bassin d'oued El Abiod	46
Tableau I.3: Les caractéristiques des matériaux du bassin versant	50
Tableau III.1: caractéristique du matériaux.	61

Liste des Formules

Numéro	La Formule	Page
01	$Lb = lc + (m_{amont} + m_{aval}) * Ht$	63

SOMMAIRE

Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des formules.....	
Sommaire.....	
Introduction générale.....	2
I. Recherche Bibliographique	3
Introduction.....	20
I.1. Les Barrages.....	20
I.1.1. Définition.....	20
I.1.2. Le bassin versant.....	20
I.1.3. La cuvette (retenue).....	20
I.1.4. Eléments constructifs d'un barrage.....	20
I.1.4.1. Corps du barrage	20
I.1.4.2. Les ouvrages annexes.....	21
I.1.5. Types de barrages.....	21
I.1.5.1. Barrage en maçonnerie ou en béton	22
I.1.5.2. Les barrages en remblai.....	23
I.1.6. Le but d'utilisation des barrages.....	23
I.2. diagnostic a la réhabilitation du barrage.....	24
I.2.1. Objectif.....	24
I.2.2. Techniques de reconnaissance d'un barrage ancien.....	24
I.2.2.1 Les barrages en terre.....	24
I.2.2.2 Les barrages en maçonnerie.....	25
I.3. Pris d'eau de barrage.....	25
I.3.1. Choix des ouvrages de prise d'eau.....	27
I.3.2. Comment déterminer le niveau de la prise d'eau.....	28
I.3.2.1 une prise d'eau ouverte.....	29
I.3.2.2 une prise d'eau a niveau régularisé.....	29
I.3.3. Dimensions de la prise d'eau.....	32
I.3.3.1 Ouvrages de rivetions simples.....	34
I.3.3.2 Ouvrages de rivetions submersibles.....	38
I.3.4. Ouvrages de dérivation réglables.....	41
I.3.5. Barrage à trios piliers.....	43
I.3.6. Ouvrages réglables de prise d'eau principale.....	45
I.3.7. Evaluation du débit dans la prise d'eau.....	47
I.3.7.1. Protection de la prise d'eau contre l'érosion.....	47
I.3.7.2. Grilles et dispositifs de protection de la prise d'eau	47
I.3.7.3. Utilisation de grilles	48
Conclusion.....	51
II. Présentation du barrage Foug El-Gherza	20
Introduction.....	3
II.1. Barrage de Foug El Gherza.....	3

II.1.1. Situation géographique du barrage.....	3
II.1.2. Les caractéristiques techniques du Barrage de Foum-Elgherza.....	4
II.1.3. Historique De La Construction Du Barrage Foum El Gherza.....	5
II.1.4. Exploitation des eaux du barrage de Foum El Gherza.....	6
II.1.5. Équipement hydro pluviométrique du barrage de Foum El Gherza.....	6
II.1.6. Les caractéristiques géologiques de la cuvette du barrage.....	7
II.1.7. Tectonique du barrage Foum El Gherza.....	8
II.1.8. Fondation du barrage.....	8
II.2. Description du Bassin versant d'Oued El Abiod.....	8
II.2.1. Situation géographique.....	8
II.2.2. Caractéristique physiographiques et morpho métriques du bassin.....	9
II.2.2.1.La forme du bassin d'oued El Abiod.....	10
II.2.2.2.La topographie.....	10
II.2.2.3.La courbe hypsométrique.....	11
II.2.2.4.Le réseau hydrographique d'Oued El Abiod.....	12
II.3. Hydro climatologie du bassin versant d'Oued El Abiod.....	13
II.3.1. Climat.....	13
II.3.2. Le réseau pluviométrique.....	13
II.3.3. Le vent	14
II.3.4. Les températures	15
II.3.5. Le couvert végétal.....	15
II.4. Les caractéristiques géologiques et lithologiques du bassin.....	16
II.4.1. Structure géologique du bassin versant.....	16
II.4.2. Stratigraphie.....	17
II.4.2.1.Crétacé.....	17
II.4.2.1. Miocène	18
Conclusion.....	19
III. diagnostic de réhabilitation de prise d'eau de barrage.....	52
Introduction.....	52
III.1. la prise d'eau du barrage Foum El-Gherza.....	52
III.1.1. la conduite forcée.....	54
III.2. la raisons de la détérioration de prise d'eau du barrage Foum El-Gherza.....	56
III.2.1. le problème de dérivation.....	56
III.2.2. les transportés solides.....	56
III.2.3. la méthode de conception de conduite de prise d'eau du barrage.....	57
III.2.4. le manque d'institutions nationales qualifiées pour effectuer les travaux d'entretien et de réhabilitation de barrage.....	58
III.2.5. les indicés climatiques.....	58
III.2.6. propriétés chimiques de l'eau des oueds el Abiod.....	58
III.3. la soulissatione propose.....	59
III.3.1. la variantes N 1.....	60
III.3.1.1 HYPOTHESE DE CALCUL.....	61
III.3.1.2 matériaux.....	61
III.3.1.2.1. caractéristique du matériaux.....	61

III.3.1.3 sol et nappe phréatique et enrobage.....	62
III.3.2. la variantes N 2.....	63
III.3.2.1.conception géométrique.....	63
III.3.3. recommandations et directives pour la gestion des travaux de suivi et d'entretien du barrage.....	63
III.3.3.1.cote humain.....	64
III.3.3.2.cote matérielle.....	64
III.3.3.2.cote gestion.....	64
Conclusion	65
Conclusion générale.....	66
Bibliographie.....	67

INTRODUCTION GENERALE

Les barrages de stockage sont parmi les ressources les plus importantes qui répondent aux besoins de la population et des océans agricoles en eau potable et d'irrigation dans le monde pour cette raison les barrages ont besoin d'un processus de surveillance continue d'entretien et de réhabilitation afin de préserver cet important.

Afin de réhabiliter toute installation à partir du barrage le problème doit être diagnostique de manière scientifique précise ce qui conduit à une solution efficace dans les plus brefs délais et au cout financier le plus bas.

Dans cette étude nous aborderons le diagnostic et la réhabilitation de l'annexe la plus importante du barrage qui est le prise d'eau un a été choisi le barrage de foug –el- gherza pour nos recherches sur le sujet sous le titre le diagnostic de réhabilitation de prise d'eau de barrage foug –el- gherza afin d'atteindre l'objectif spécifique de l'étude nous avons pose questions suivante:

- Quelle st la meilleure façon de diagnostiquer un défaut dans l'un des appendices du barrage
- Quelles sont les solutions et propositions les plus importantes pour réhabilitation de toute installation dans le barrage

De ce point de vue nous avons divise les étapes d'étude en trois chapitre

Chapitre1 : Recherche Bibliographique sur les barrages et diagnostic de la réhabilitation du barrage .

Chapitre 2 : aborde une présentation générale du Barrage- Foug El-Gherza et du bassin versant d'Oued El-Abiod (situation géographique, étude morphométrique, étude géologique).

Chapitre 3 : diagnostic et réhabilitation de prise d'eau de barrage Foug El-Gherza

Enfin une conclusion générale sera donnée à la fin du travail.

Chapitre I

Introduction :

Diagnostic a la réhabilitation du barrage est une étape indispensable pour le contrôle et le entretien de ce ouvrages d'eau dans ce chapitre on va présenter une recherche bibliographique sur les barrage et diagnostic a la réhabilitation du barrage- la Pris d'eau de barrage

I.1. Les Barrages:**I.1.1.Définition:**

Les barrages sont des ouvrages réalisées en travers des cours d'eau pour modifier leur régime d'écoulement et permettre une utilisation rationnelle de l'eau avec de meilleures conditions pour les divers usages.

Les barrages peuvent avoir deux rôles en corrigeant le régime d'écoulement des cours d'eau dans le temps et dans l'espace. (Boukoucha abdelaziz (2020))

I.1.2.Le bassin versant:

Un bassin versant ou bassin-versant est l'espace draine par un cours d'eau et ses affluents. L'ensemble des eaux qui tombent dans cet espace convergent vers un même point de sortie appelé exutoire : cours d'eau, lac, mer, océan, etc.

I.1.3.La cuvette (retenue):

C'est le domaine topographique attenant au barrage vers l'amont, pouvant être inondé le niveau de stockage de l'eau. La cuvette a donc pour de stocker le volume d'eau dont on a besoin. Cette eau peut être restituée en aval grâce à des ouvrages annexes.

La réserve en eau constituée dans la cuvette s'appelle la retenue.

I.1.4.Eléments constructifs d'un barrage :**I.1.4.1. Corps du barrage :**

Grossièrement le corps du barrage Présente en coupe un profile Trapézoïdal prolongé en profondeur par un moyen d'étanchéité des fondations. (Boukoucha abdelaziz (2020))

I.1.4.2. Les ouvrages annexes:

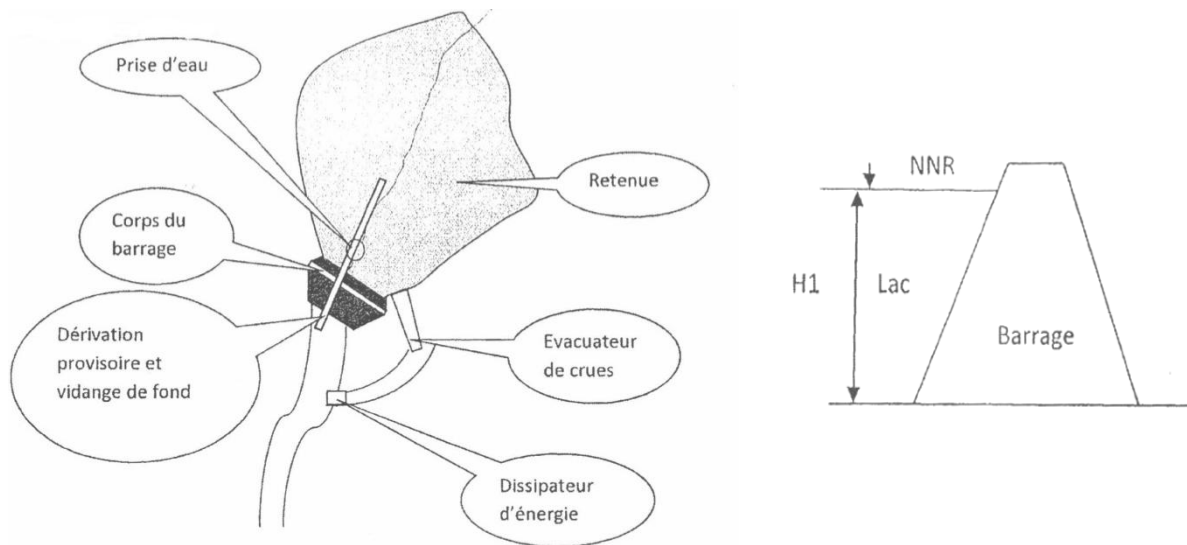


Figure I.1. Schéma Eléments constructifs d'un barrage.

- **Evacuateur de crus :**

C'est un ouvrage qui permet le passage des crues quand le barrage est rempli.

- **Dérivation provisoire :**

La dérivation provisoire est associée à un batardeau ,ces ouvrages servent à se protéger des eaux de crues durant la construction de l'ouvrages

- **Pris d'eau :**

C'est un ouvrage qui permet de prélever l'eau pour son utilisation .

- **Vidange de fond :**

C'est un ouvrage qui permet de vidanger partiellement ou totalement la retenue .

II.1.5.Types de barrages :

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

I.1.5.1. Barrage en maçonnerie ou en béton :

L'avantage du béton est notamment d'autoriser l'édification d'ouvrages plus résistants. Il en existe deux principaux types :

- les barrages poids,
- les barrages voûtes.

S'y ajoutent les barrages à contrefort et à voûtes multiples, variantes des deux premiers.

• Barrage poids :

Comme son nom l'indique, ce type de barrage oppose son poids à l'eau pour la retenir. En fonction des propriétés de résistance du matériau, la forme triangulaire à l'aval de l'ouvrage s'est peu à peu imposée.

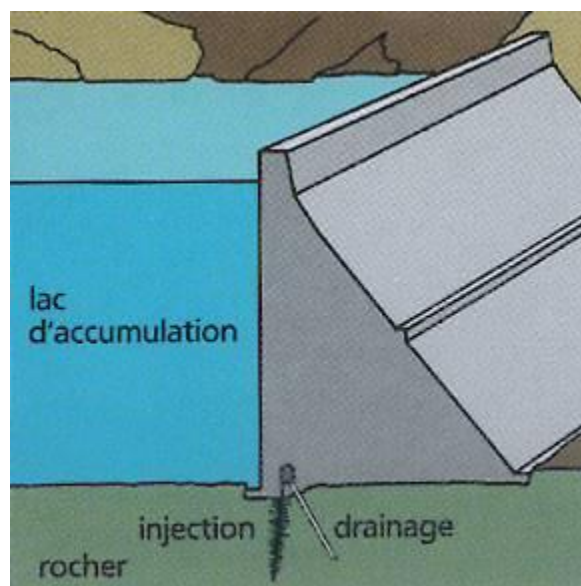


Figure I.2. Schéma d'un barrage en béton-type poids

• Barrage voûte :

Le barrage voûte représente l'ultime aboutissement de l'utilisation des propriétés du béton en termes de résistance. Il permet des économies de volume de barrage d'au moins 30 % par rapport à un barrage-poids. On pourrait comparer sa forme à celle d'un pont couché sur l'un de ses côtés, et qui chargerait de l'eau au lieu de véhicules. L'effort de résistance est ainsi en partie reporté par l'arc central sur les rives, permettant de construire des ouvrages moins volumineux, à performance égale. En revanche, les fondations, sur lesquelles se reporte une grande partie de l'effort, doivent posséder des caractéristiques mécaniques élevées afin de supporter celui-ci.

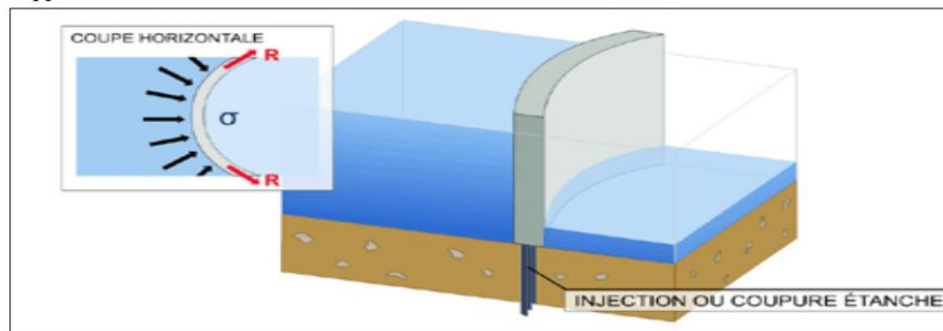


Figure I.3. D'un barrage en béton-type voûte

• **Barrages à contrefort et à voûte multiple :**

Les autres formes de barrages voûtes sont des variantes des deux premiers types. Le barrage à contrefort est ainsi un barrage poids allégé de l'intérieur. Le barrage à voûtes multiples, quant à lui, repose sur des appuis intermédiaires, lorsqu'une trop grande portée sépare les deux rives d'un cours d'eau.

I.1.5.2. Les barrages en remblai :

Les barrages en terre présentent notamment l'avantage de pouvoir reposer sur des fondations de médiocre qualité, c'est-à-dire compressibles.

Tous les barrages en terre peuvent être considérés comme des barrages poids, c'est-à-dire qu'ils résistent à la pression de l'eau par leur propre poids. C'est ce qui explique leur section de forme trapézoïdale. On en trouve de trois types :

- homogène,
- à noyau,
- à masque amont. (Boukoucha abdelaziz (2020)).

I.1.6. Le but d'utilisation des barrages :

On peut énumérer les divers buts d'utilisation d'un barrage que l'on peut retrouver associé dans un même ouvrage :

- Protection contre les crues,
- Alimentation en Eau potable (après traitement),
- Irrigation,
- Production de l'énergie électrique,
- Besoins industriels,
- Dilution des eaux usées,

I.2.diagnostic et la réhabilitation du barrage

I.2.1 objectif

Un barrage ancien par exemple centenaire présente l'avantage d'avoir été testé suffisamment longtemps pour être considéré comme ayant fait ses preuves si de plus l'aspect général est bon on est naturellement enclin à ne pas s'inquiéter le barrage fait partie du paysage mais ce sentiment de sécurité n'est pas toujours fondé

- **la crue maximale connue**

-par l'ouvrage peut être très inférieure à la crue de projet: le barrage n'a pas alors été vraiment testé dans les conditions les plus défavorables

- **Un barrage peut avoir résisté à un certain événement**

Par exemple une crue donnée ou une vitesse de vidange donnée.

- **Les maçonneries vieillissent**

Sous l'effet des sollicitations prolongées tant hydrauliques que mécaniques

- **Les remblais vieillissent aussi**

Des phénomènes d'érosion interne peuvent lentement colmater des drains à granulométrie incorrecte et provoquer la saturation du parement aval. Une rupture par glissement de ce talus ou par renard peut alors survenir.

- **Enfin les fondations vieillissent**

En particulier les drains forés dans la roche de fondation peuvent se colmater peu à peu par des apports de minéraux ou des dépôts organiques (bactéries, algues)

I.2.2 Techniques de reconnaissance d'un barrage ancien

I.2.2.1 Les barrages en terre

Les techniques de reconnaissance classiques sont les suivantes:

-tranchées de reconnaissance à la pelle mécanique en crête ou en pied de parement ,à réaliser barrage vide.

- sondages carottés réalisés depuis la crête et descendus dans la fondation

- essais in situ permettant de mesurer des paramètres mécaniques interprétables : pénétromètre statique ,prosimètre phicomètre.

- essais de mécanique des sols sur échantillons intacts ou remaniés.

Il est important de valoriser au mieux les essais coûteux, c'est-à-dire les sondages carottés. La mise en place de piézomètres ou de capsules de pression interstitielle doit donc être envisagée pour apporter des renseignements utiles tant pour la reconnaissance que pour l'auscultation ultérieure .

Une nouvelle technique de reconnaissance est celle de la thermographie infrarouge à l'arrivée sur le parement aval des barrages.

I.2.2.2 Les barrages en maçonnerie

La reconnaissance est basée essentiellement sur des sondages carottés.

Outre l'observation des carottes, des prélèvements d'échantillons intacts permettent de faire des mesures de densité et de résistance mécanique. La mesure de la densité est particulièrement importante. (G.Degoutte,P.Royet)

I.3 Pris d'eau de barrage

Les ouvrages de prise d'eau utilisés dépendent du type d'étang. Vous avez appris que l'alimentation en eau d'un étang piscicole peut avoir différentes origines. Plusieurs types d'étangs ont été définis en fonction de leurs ouvrages de prise d'eau:

- étang en déblai: pas d'ouvrage de prise d'eau;
- étang de barrage sans canal de dérivation: pas d'ouvrage de prise d'eau;
- étang de barrage avec canal de dérivation: prise d'eau principale combinée à un ouvrage de dérivation dans le canal de dérivation;
- étang en dérivation: prise d'eau principale avec ou sans ouvrage de dérivation distinct en aval pour élever le niveau du cours d'eau.

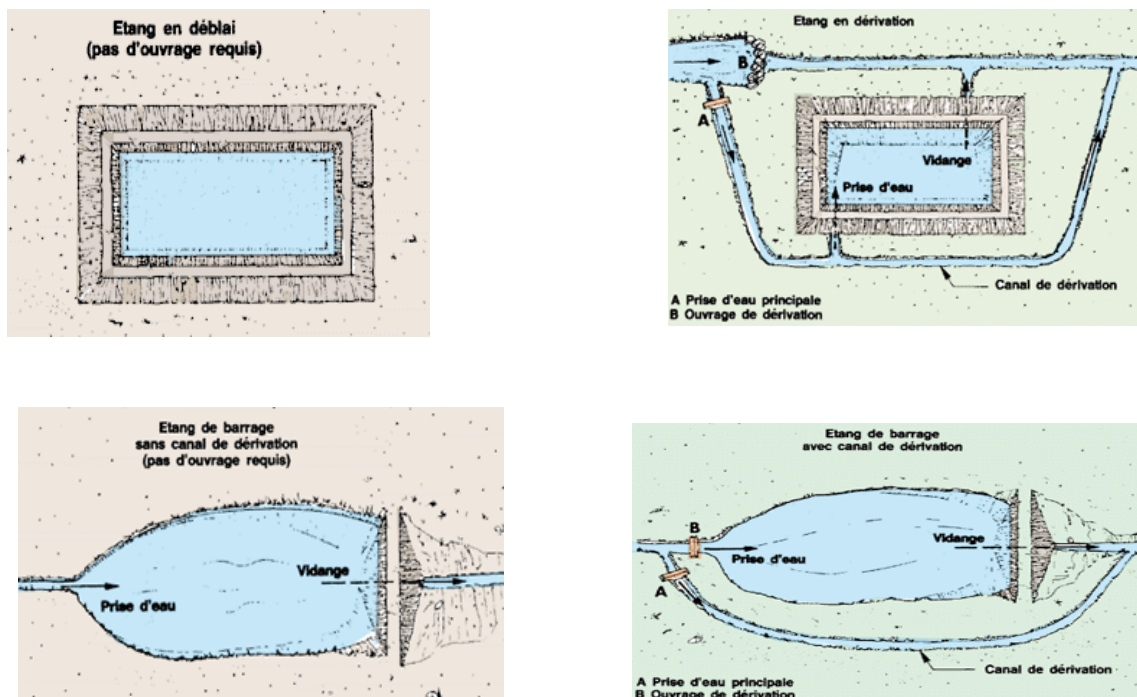


Figure I.4 Types d'étang

Si l'approvisionnement vient d'une retenue, les ouvrages de prise d'eau font habituellement partie du système permettant de libérer l'eau de la retenue dans le canal d'alimentation des étangs. Il s'agit par exemple des ouvrages suivants:

- un siphon placé au-dessus de la digue de la retenue;
- la vanne de fond de la retenue, en aval de la digue;
- l'ouvrage d'évacuation, en amont de la digue, un moine par exemple.

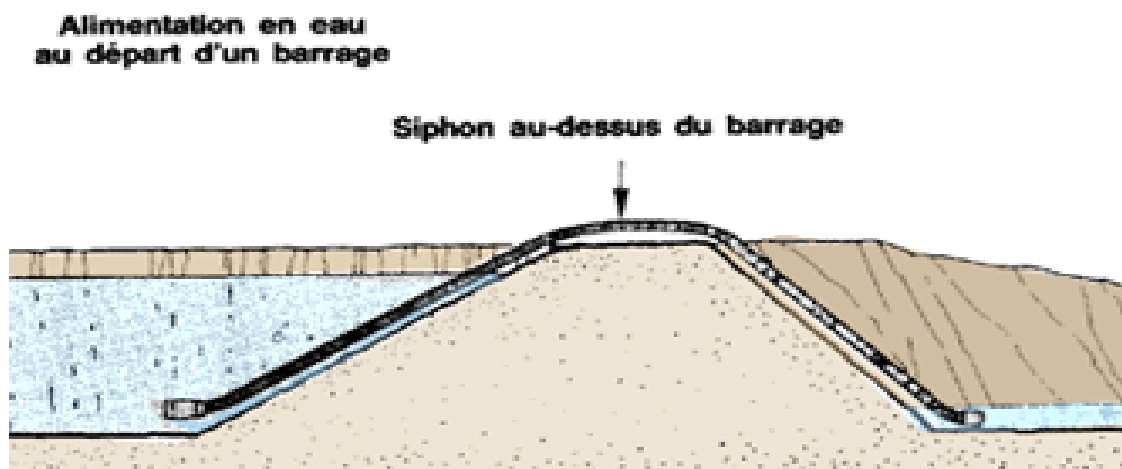


Figure I.5 siphon au-dessus du barrage

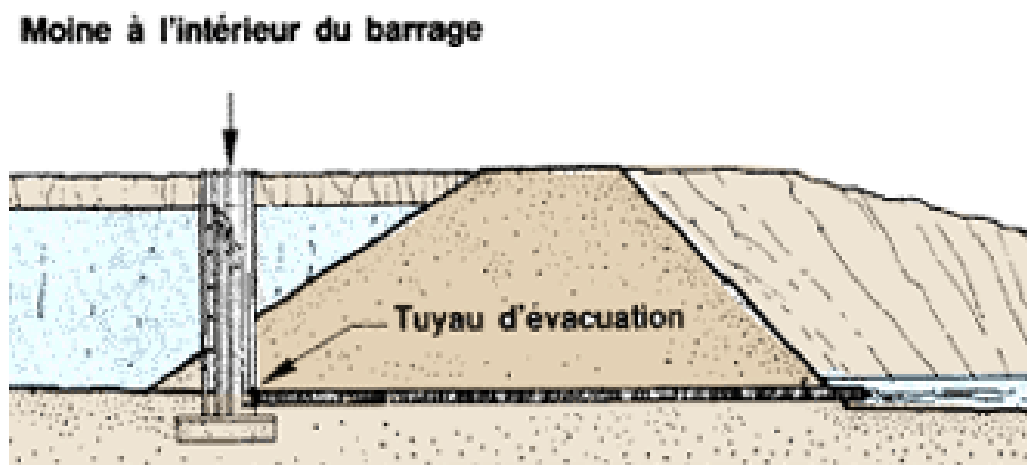


Figure I.6 tuyau d'évacuation

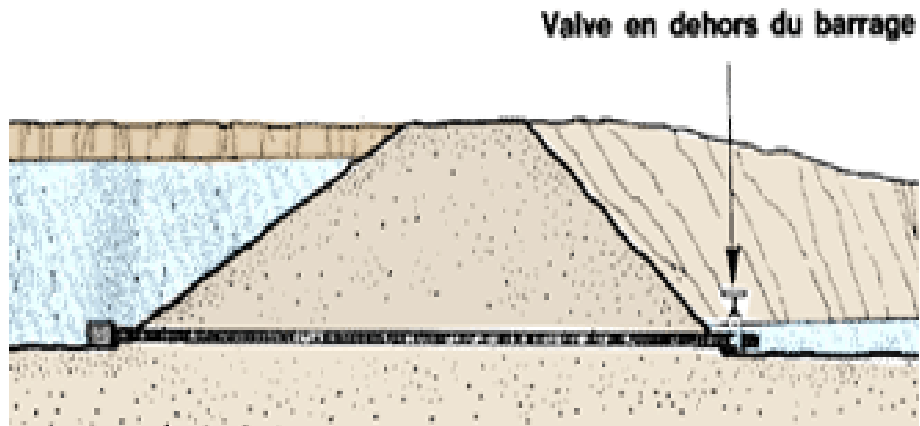


Figure I.7 valve en dehors du barrage

I.3.1 Choix des ouvrages de prise d'eau

Les principaux éléments d'une prise d'eau sont les suivants:

- un ouvrage de dérivation servant à régler le niveau du cours d'eau et à assurer qu'il est suffisant pour alimenter la prise d'eau sans la noyer
- un dispositif de régulation du niveau d'entrée (et du débit) à l'intérieur de l'ouvrage proprement dit, servant à régler l'alimentation en eau des étangs un tel dispositif est généralement relié à l'ouvrage de transport de l'eau;
- un ouvrage de protection de l'entrée, par exemple gros barreaux ou pilotis, ou une série de grilles pour empêcher toute détérioration de la prise d'eau due aux débris * existe de nombreux types d'ouvrages de prise d'eau; certains d'entre eux sont compliqués et nécessitent l'intervention d'un spécialiste pour leur conception et leur construction. Le présent manuel se concentre sur des types d'ouvrages relativement simples que vous pouvez construire vous-même ou avec l'aide d'un bon maçon.
- Les prises d'eau principales servent à régler globalement et à dériver l'alimentation en eau d'un étang ou d'un groupe d'étangs. Dans nombre de cas, elles se distinguent des ouvrages de transport de l'eau (voir chapitre 8) et des ouvrages d'arrivée plus petits (voir chapitre 9), qui approvisionnent et règlent le débit d'alimentation de chaque étang individuellement.
- Une prise d'eau a essentiellement pour rôle d'assurer une alimentation régulière en eau, susceptible d'être réglée en fonction des conditions présentes.
- Le site de l'étang et son canal d'alimentation déterminent habituellement l'emplacement de la prise d'eau principale. Si l'étang doit être construit le long d'un cours d'eau, mieux vaut choisir un site possédant les caractéristiques suivantes:

- une vallée dont les versants ne sont pas trop escarpés;
- une partie du cours d'eau relativement horizontale, dans laquelle le courant est stable et régulier, et ne transporte pas trop de débris ni de vase;
- pas de végétation forestière excessive au-dessus et autour du canal d'alimentation;
- un segment rectiligne du cours d'eau.

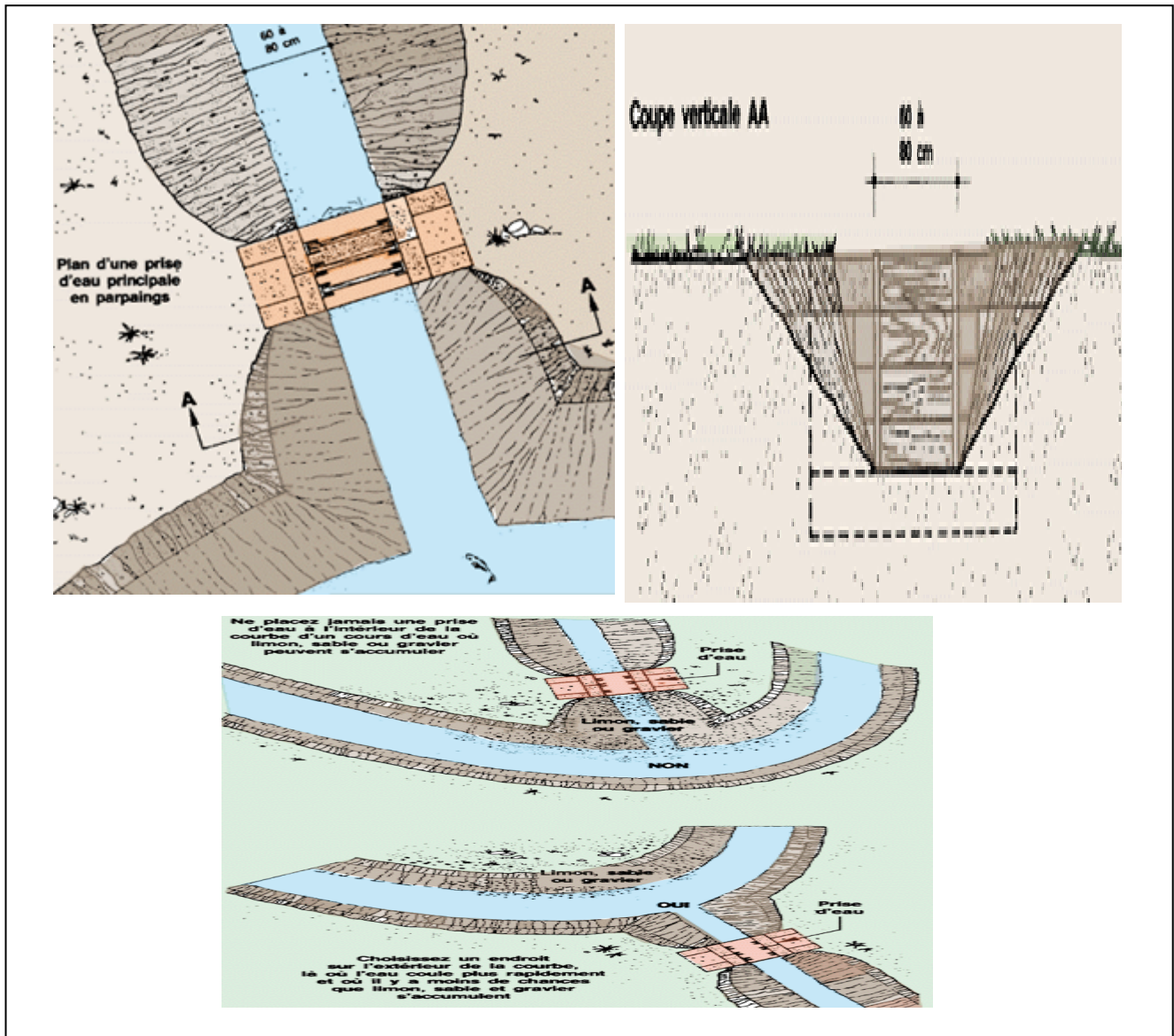


Figure I.8 Choix du site de la prise d'eau principale le long d'un cours d'eau

I.3.2 Comment déterminer le niveau de la prise d'eau

. Il y a deux principaux pour déterminer les types des prises d'eau:

I.3.2.1 une prise d'eau ouverte

ou é niveau libre dans laquelle les niveaux d'alimentation ne sont pas contrôlés la prise fonctionne dans toutes les conditions de débit; ce système est simple et relativement à bon marché, mais il exige généralement une alimentation en eau fiable et qui ne varie pas trop

I.3.2.2 une prise d'eau à niveau régularisé

comportant en aval un ouvrage de dérivation dans le cours d'eau pour y maintenir les niveaux d'eau dans diverses conditions de débit; ce système plus onéreux mais plus fiable garantit un approvisionnement en eau constant

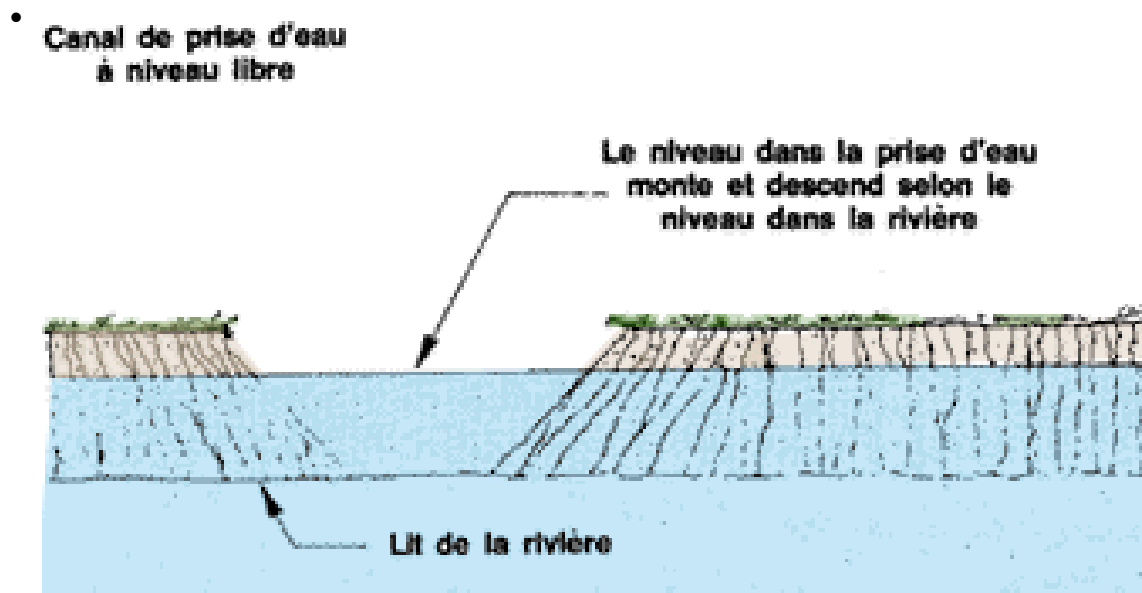


Figure I.9 canal de prise d'eau à niveau libre

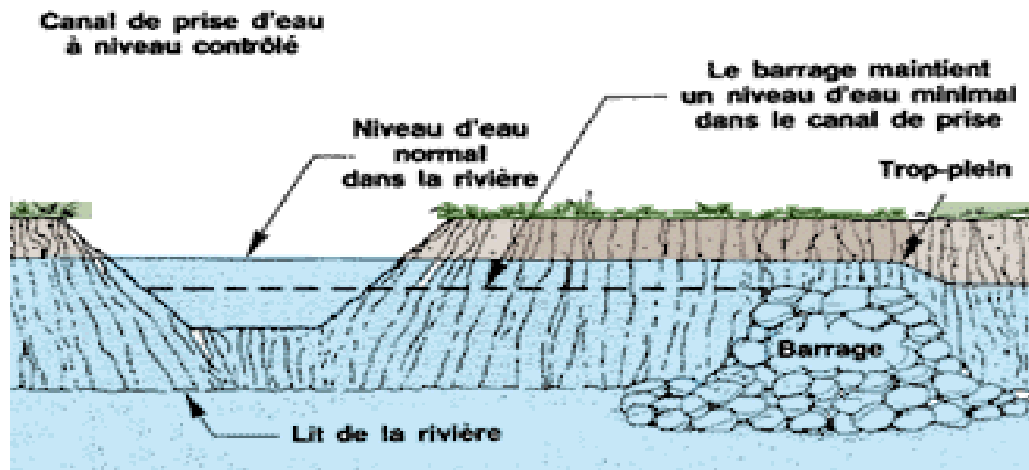


Figure I.10 canal de prise d'eau à niveau contrôle

* Dans l'un et l'autre cas, les points Importants à prendre en compte sont les suivants:

- les niveaux de la source d'approvisionnement en eau (rivière, petit cours d'eau, etc.) par rapport à l'ouvrage d'alimentation et aux étangs proprement dits
- la profondeur à laquelle vous souhaitez capter l'eau (en surface, plus bas ou sur toute la profondeur de la source d'alimentation).

e d'alimentation est toujours suffisant pour vous permettre de puiser de l'eau à la profondeur souhaitée. Vous devez également vous assurer que la prise d'eau ne risque pas d'être noyée. Comme nous le verrons ultérieurement, vous pouvez régler l'alimentation par une vanne.

Avec un système de prise d'eau à niveau contrôlé, vous pouvez définir le niveau d'eau en fixant le niveau de l'ouvrage de dérivation. Les points ci-après sont alors très importants.

- Examinez les profils longitudinaux et transversaux de la vallée en amont, afin de déterminer l'étendue de la zone inondée créée par l'ouvrage dérivation proposé
- Cherchez à installer l'ouvrage dérivation approximativement au niveau minimal nécessaire à l'écoulement de l'eau dans le canai d'alimentation.
- Veillez à une évacuation correcte des eaux de crue, soit par un déversoir, soit par un canal latéral Si l'ouvrage est construit dans un matériau mou, facile éroder (terre ou argile), mieux vaut recourir à un canal latéral.

Les méthodes à utiliser pour déterminer les niveaux relatifs sont exposées dans le manuel 16, la topographie. Utilisez dans la mesure du possible les informations fournies sur place. Vous devriez idéalement installer des jauges de débit et des stations de mesure du niveau d'eau

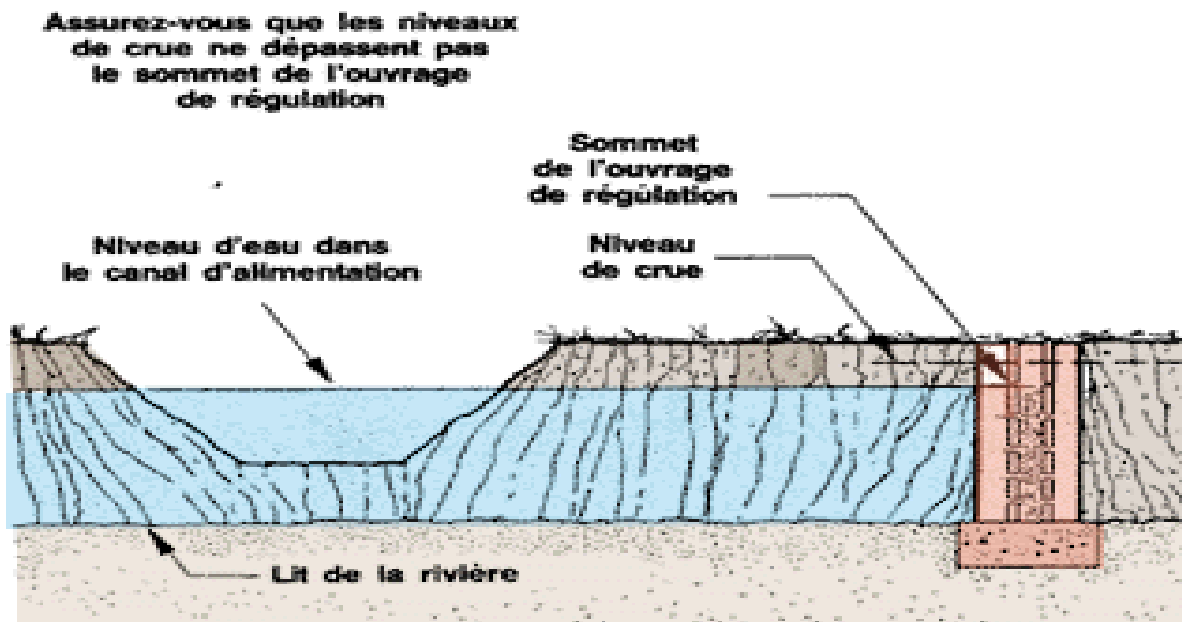


Figure I.11 niveau d'eau dans le canal d'alimentation

Si l'ouvrage de régulation doit être construit plus bas afin de réduire l'étendue de la zone inondée en amont, vous devrez peut-être élargir le canal d'alimentation pour obtenir le débit d'eau requis

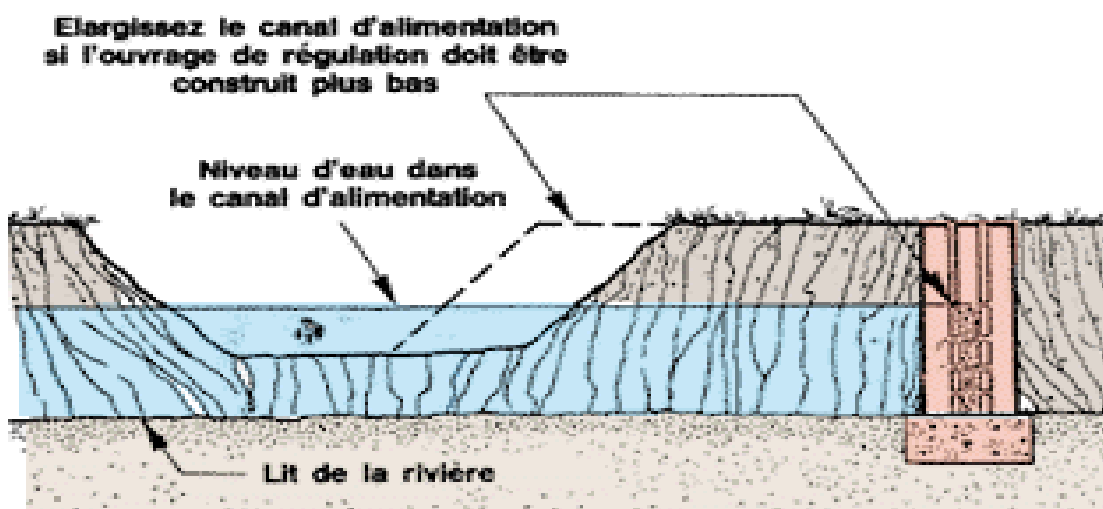


Figure I.12 niveau d'eau dans le canal d'alimentation construit plus bas

I.3.3 Dimensions de la prise d'eau

- Plus la prise d'eau est large, moins la perte de charge* sera forte lorsque l'eau coule vers les étangs. Ce facteur peut avoir de l'importance en cas de très faible charge.
- Dans la plupart des cas, toutefois, la prise d'eau a environ la même largeur que le canal d'alimentation qui lui est relié. La taille de ce dernier est fixée en fonction du débit souhaité. Si le canal d'alimentation est particulièrement large, ou si vous souhaitez accroître la perte de charge au niveau de la prise d'eau (par exemple, si le niveau externe de l'eau est nettement supérieur à celui requis dans le canal d'alimentation), la prise d'eau peut être plus étroite que le canal d'alimentation. En général, une prise plus étroite est plus facile à régler, car les planchettes ou les commandes de vannes sont plus faciles à manœuvrer.
- A titre d'indication approximative, le (graphique 11) donne les débits types dans les ouvrages de prise d'eau, pour différentes pertes de charge. Cette perte de charge doit être ajoutée à la perte de charge du canal d'alimentation pour déterminer les niveaux relatifs de la prise d'eau et des étangs.

Exemple

S'il y a 0,20 m entre le niveau minimal de la prise d'eau et le niveau de l'alimentation de l'étang, il faut un débit de $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$. Il est établi que la perte de charge dans le canal d'alimentation due à la pente du fond (voir section 8.2, paragraphe 8) est de 0,15 m. La perte de charge admissible dans la prise d'eau se limite donc à $0,20 \text{ m} - 0,15 \text{ m} = 0,05 \text{ m}$ ou 5 cm. Pour assurer le débit requis, la prise d'eau devra avoir une largeur d'au moins 0,40 m ou 40 cm (voir graphique 13)

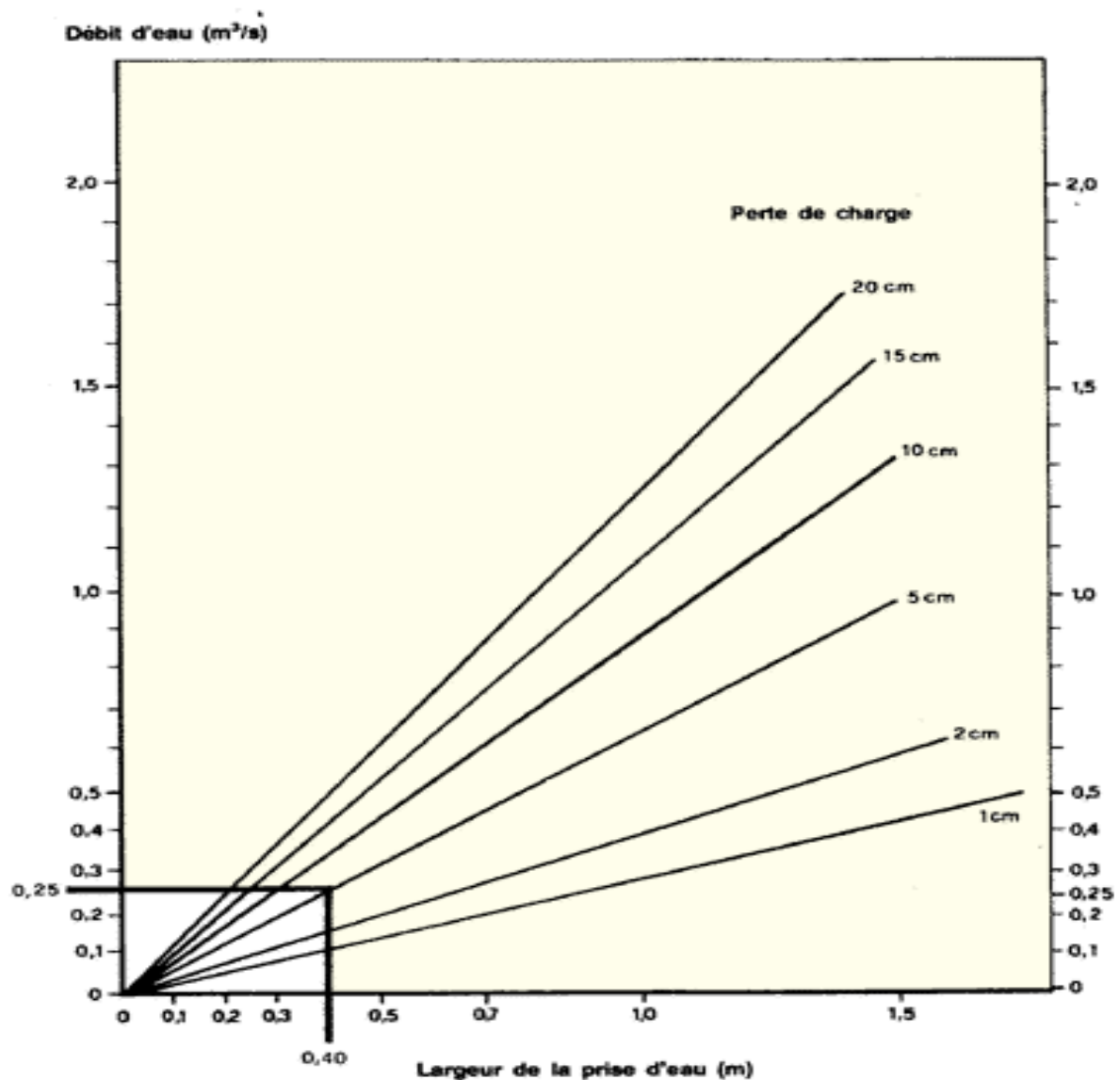


Figure I.13 Débit des ouvrages de prise d'eau

- Les ouvrages régulateurs de prise d'eau sont décrits ultérieurement Vous étudierez tout d'abord les ouvrages de dérivation utilisés pour les prises d'eau principales

Type de rivière	Ouvrages nécessaires	
PETITE • débit inférieur à 10 l/s • pas de crues importantes d'où: dérivation de toute l'eau en barrant le lit	Ouvrage de dérivation (ne peut pas être submergé)	Digue en terre Bois/lianes/argile Barrière en bois
	Ouvrage de prise d'eau pas nécessaire; l'évacuation de l'excès d'eau doit être assurée suffisamment loin des étangs	
GRANDE • débit au moins double du débit nécessaire • présence de crues importantes d'où: utilisation d'une partie de l'eau disponible	Ouvrage de dérivation nécessaire pour augmenter le niveau d'eau (débit de la rivière inférieur à 100 l/s; l'ouvrage peut être submergé)	Barrière en bois Barrière en pierres Barrière en gabions Barrage réglable (piliers en béton av planches)
	Ouvrage de dérivation pas nécessaire; ouvrage de prise d'eau réglable	

Figure I.14 Ouvrages simples pour prises d'eau sur rivière

I.3.3.1 Ouvrages de rivetions simples

Les ouvrages de rivetions simples peuvent être construits avec **différents matériaux**. Bien adaptés pour retenir l'eau, ces matériaux ne devraient toutefois pas être utilisés si l'ouvrage est régulièrement submergé.

- **Digue de barrage en terre**

Vous pouvez bloquer complètement le chenal d'un petit cours d'eau avec un barrage en terre. Procédez de la façon suivante:

- a) Concevez la digue du barrage comme celle destinée à un étang de barrage.
- b) Déviez le cours d'eau autour du site. Cela sera plus facile lorsque le débit est minimal, par exemple vers la fin de la saison sèche.
- c) Jalonnez la base de la digue, élevez l'ouvrage en terre et construisez la digue à travers le lit du cours d'eau.
- d) Construisez l'ouvrage de prise d'eau, le canal d'alimentation et son déversoir suffisamment loin des étangs.
- e) Retirez progressivement la digue provisoire, laissant ainsi le cours d'eau se réinstaller dans son lit d'origine et remplir d'eau le canal d'alimentation

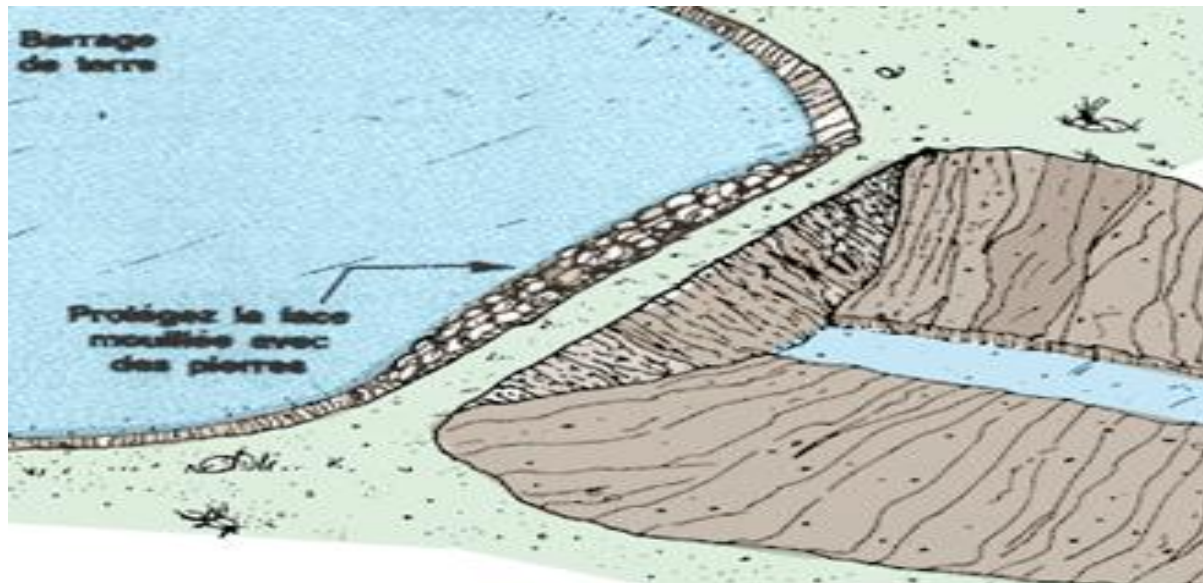


Figure I.15 barrage en terre

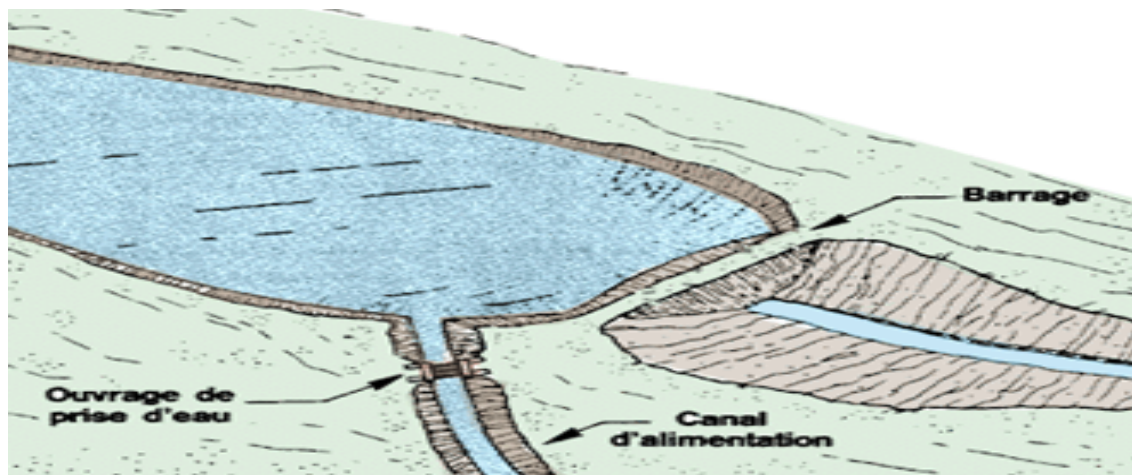


Figure I.16 ouvrage de prise d'eau de barrage en terre

- **Barrage en piquets de bois ou de bambou**

Vous pouvez également bloquer le chenal d'un petit cours d'eau au moyen d'une double rangée de piquets de bois ou de bambou attachés par des lianes ou des plantes grimpantes souples; entassez des mottes de terre argileuse entre les rangées de piquets pour éviter les infiltrations.

- les deux rangées de piquets doivent être plantées verticalement dans le sol
- le barrage doit se prolonger suffisamment dans chacune des berges;

- le barrage sera plus solide si vous lui donnez une forme courbe face au courant.

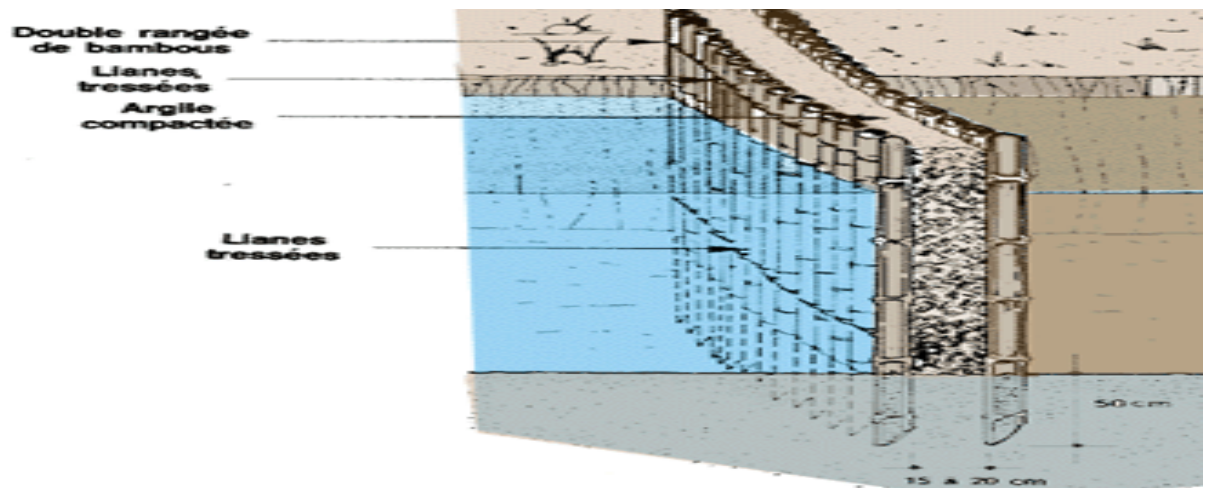


Figure I.17 barrage en piquets

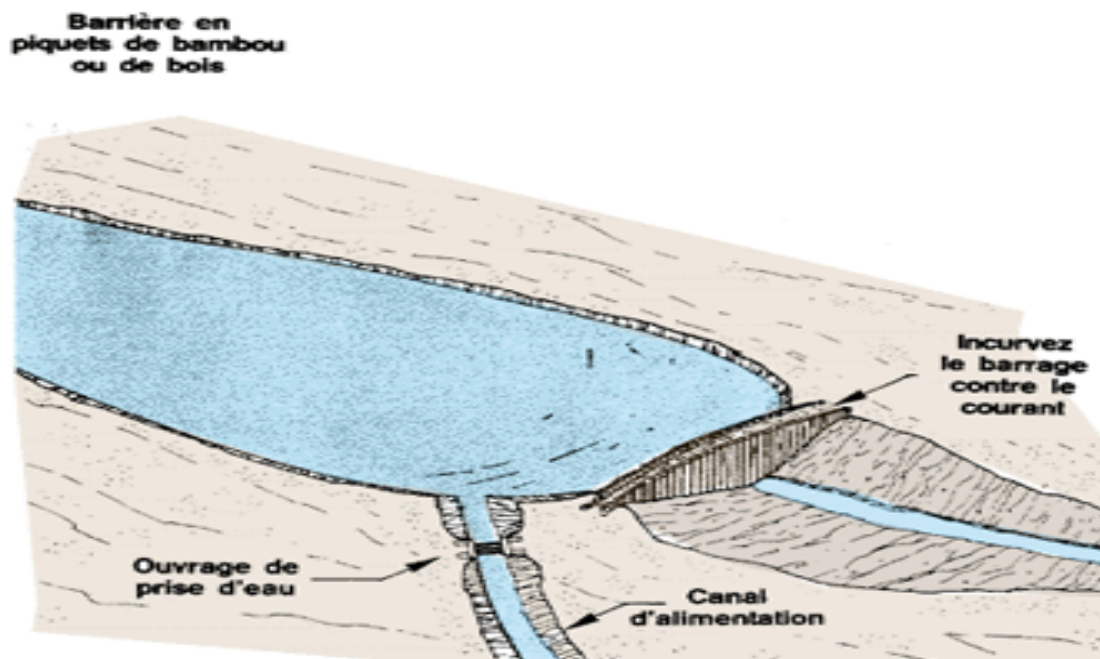


Figure I.18 ouvrage de prise d'eau un barrage en piquets

- **Barrage en planches**

Vous pouvez procéder différemment pour construire un barrage, en employant des planches et des piquets en bois. Ce type de barrage peut être facilement retiré à la saison des pluies lorsque le niveau du cours d'eau commence à monter.

Deux types de barrages en planches sont présentés ici. Dans le cas du premier type, les planches sont assemblées avec une légère inclinaison et consolidées par du bois d'œuvre.

Dans celui du second type, elles sont maintenues en place à l'intérieur d'une construction légère de rondins et peuvent être enlevées en soulevant une planche après l'autre.

- a) Les planches doivent être bien enfoncées dans le sol, l'une à côté de l'autre.
- b) Les joints entre les planches peuvent, si nécessaire, être remplis d'argile grasse pour améliorer l'étanchéité du barrage.
- c) Vous pouvez également réduire les infiltrations à l'aide de feuilles de polyéthylène de moyenne à forte épaisseur, de sacs qui se chevauchent, de chambres à air ou de bandes de feutre goudronnées usagées, ou encore de matériel d'emballage.
- d) Le niveau de l'eau dans le chenal de la rivière peut être relevé pour atteindre 0,8 à 1 m de profondeur.

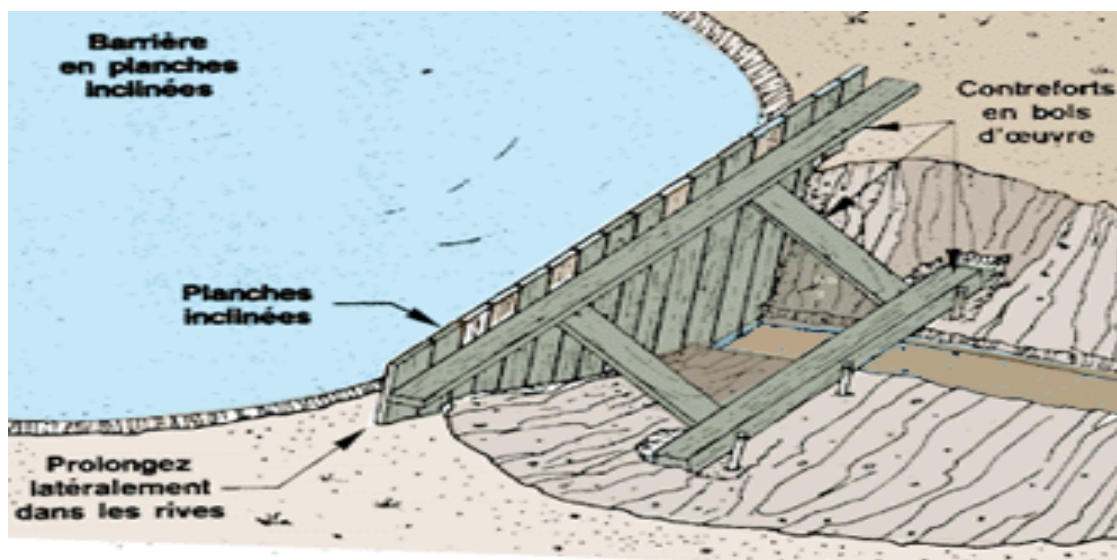


Figure I.19 barrage en planche

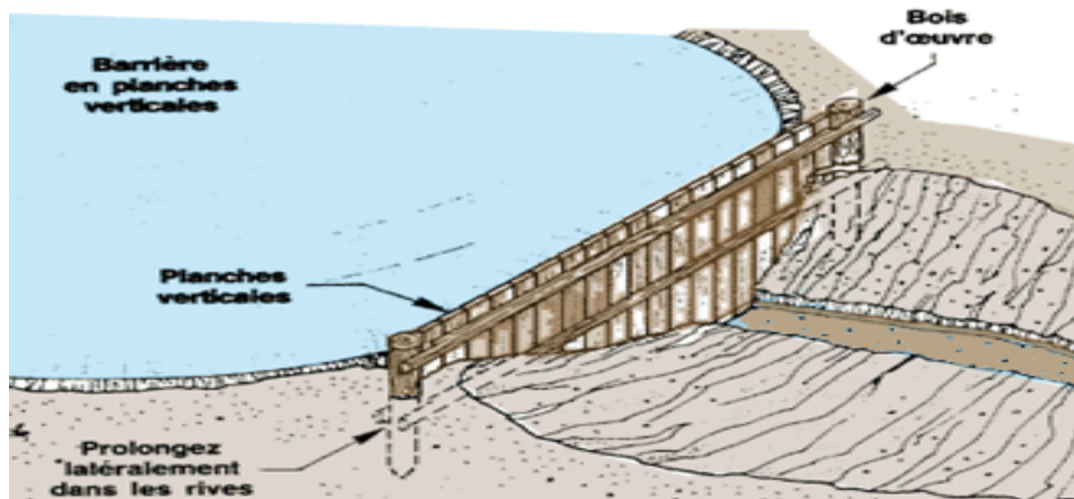


Figure I.20 barrage en planche verticales

I.3.3.2 Ouvrages de rivetions submersibles

Ces ouvrages peuvent servir à la fois d'ouvrage de retenue et de versoir.

- **Barrage en piquets de bois**

Ce type de barrage a pour seul but d'élever le niveau dans le cours d'eau sans en bloquer complètement l'écoulement. Une certaine quantité d'eau peut s'infiltrer à travers la barrière perméable et le reste s'écoule par-dessus.

Le barrage se compose de deux rangées de piquets de bois fichés verticalement dans le lit du cours d'eau et étroitement fixés à l'aide de cordes ou de lianes. Des graviers ou des enrochements peuvent être placés en aval de la base de la barrière pour réduire l'érosion à cet endroit. Le barrage ainsi créé doit se prolonger suffisamment dans les deux berges de la rivière.

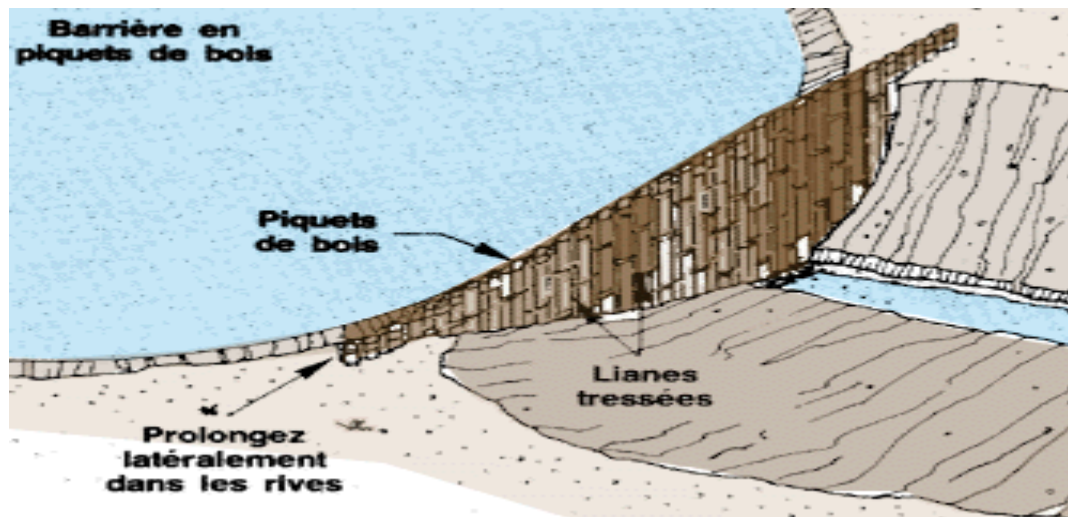


Figure I.21 Barrage en piquets de bois

- **Barrage en roche**

Cet ouvrage submersible, très rudimentaire, est constitué par des morceaux de roche entassés en travers du lit du cours d'eau et formant une petite digue poreuse. Vous devez construire ce type de barrage par couches. Pour chaque couche, employez d'abord de grosses pierres, puis remplissez les intervalles avec des pierres plus petites. La largeur de la base du barrage dépend de sa hauteur finale qui ne doit pas excéder 1 m. Si vous travaillez soigneusement, vous pouvez réaliser des pentes latérales inclinées à 1:1 pour vous épargner des travaux supplémentaires. Dans ce cas, une retenue de 1 m de haut devra avoir à sa base une largeur d'environ 2,5 m pour obtenir au sommet une largeur de 0,5 m.

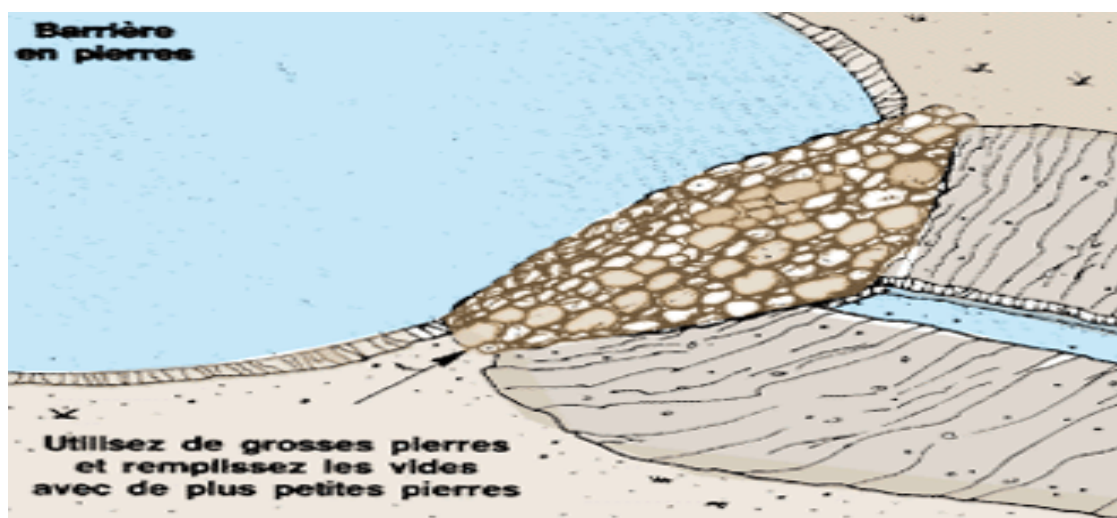


Figure I.22 Barrage en pierres

- **Barrage en gabions**

Vous avez appris précédemment comment construire des gabions (voir section 3.7). Dans de petits cours d'eau dont le débit maximal n'excède pas 100 l/s, ces gabions peuvent jouer un rôle très efficace, consistant à dériver partiellement l'eau, et servir de déversoir au moment des crues. Leur emploi est particulièrement indiqué s'il y a des cailloux dans le lit de la rivière et quand on peut trouver des pierres sur place. Procédez de la manière suivante:

- a) Lorsque le débit d'eau est minimal, dérivez le cours d'eau autour de l'ouvrage.
- b) Jalonnez la base du barrage que vous souhaitez construire, par exemple une surface rectangulaire de 3 m de large en travers du lit du cours d'eau, à angle droit par rapport au courant.
- c) Sur cette surface, préparez une plate-forme horizontale à environ 0,5 m de profondeur sous le lit du cours d'eau.
- d) Construisez la fondation du barrage sur la plate-forme horizontale, en installant une couche de gabions minces (2 m x 1 m x 0,5 m), comme expliqué à la section 3.7 de ce manuel.
- e) Au-dessus de cette fondation, construisez la structure du déversoir au moyen de deux couches de gabions minces (2 m x 1 m x 0,5 m), placés en travers et sur la partie amont de la fondation. Ancrez bien ces paniers dans les berges du cours d'eau et l'un dans l'autre.
- f) Si nécessaire, protégez les berges au-dessus de la seconde couche par des couches latérales supplémentaires de gabions minces (2 m x 1 m x 0,5 m). Remplissez les intervalles de terre argileuse compactée.

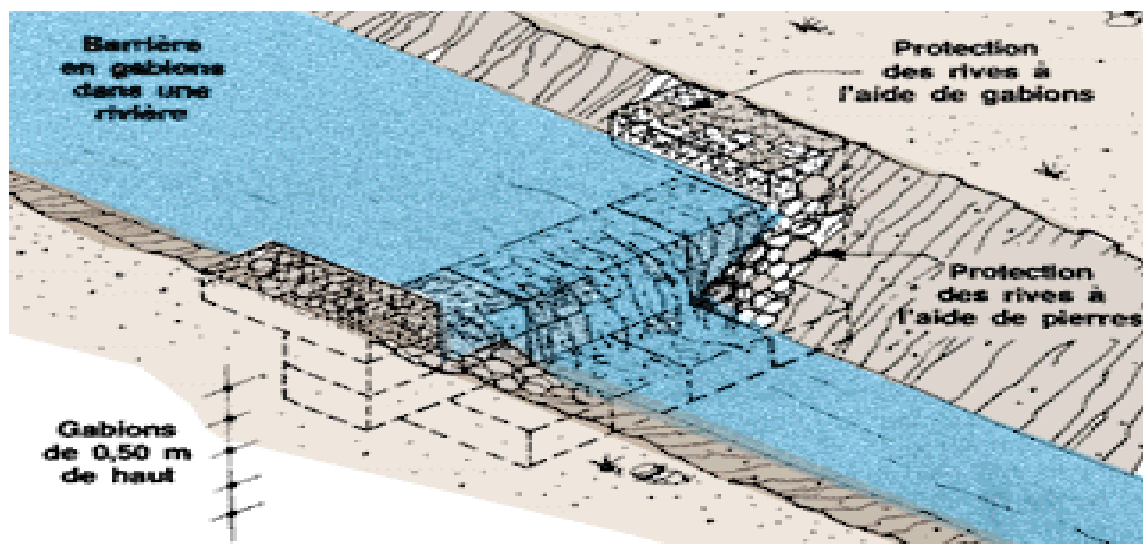


Figure I.23 Barrage en gabions

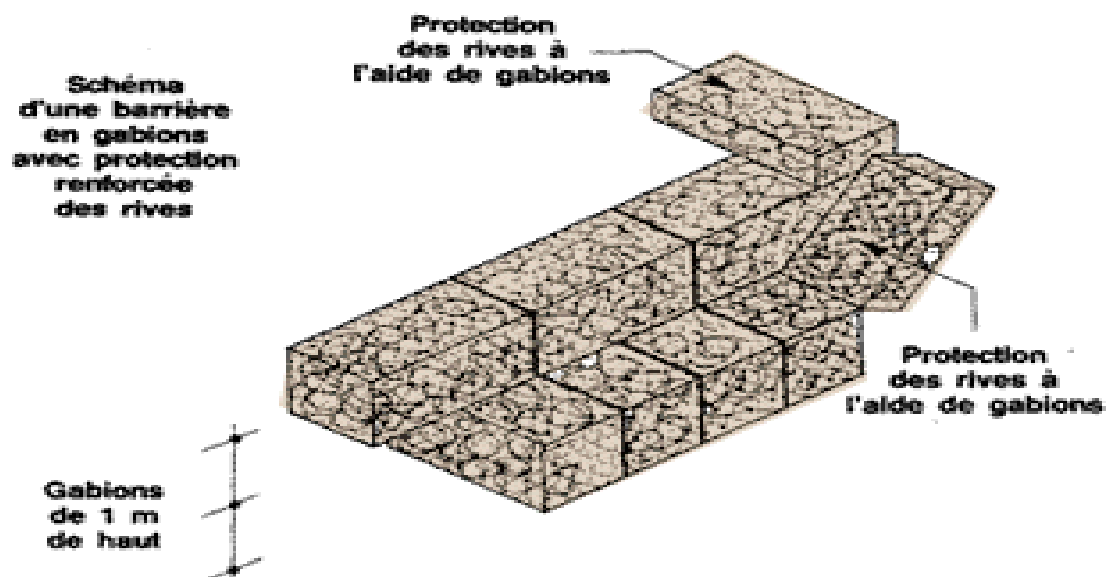


Figure I.24 schéma d'une barrière en gabions

I.3.4 Ouvrages de dérivation réglables

Les ouvrages de dérivation réglables sont plus onéreux et plus complexes à construire, mais ils assurent une régulation plus facile et plus précise du niveau d'eau dans la rivière. Ce sont des ouvrages permanents composés de béton armé et de planches amovibles. Les paragraphes qui suivent décrivent deux modèles simples d'ouvrages de dérivation réglables. Ces modèles peuvent être modifiés en vue de leur adaptation aux conditions locales.

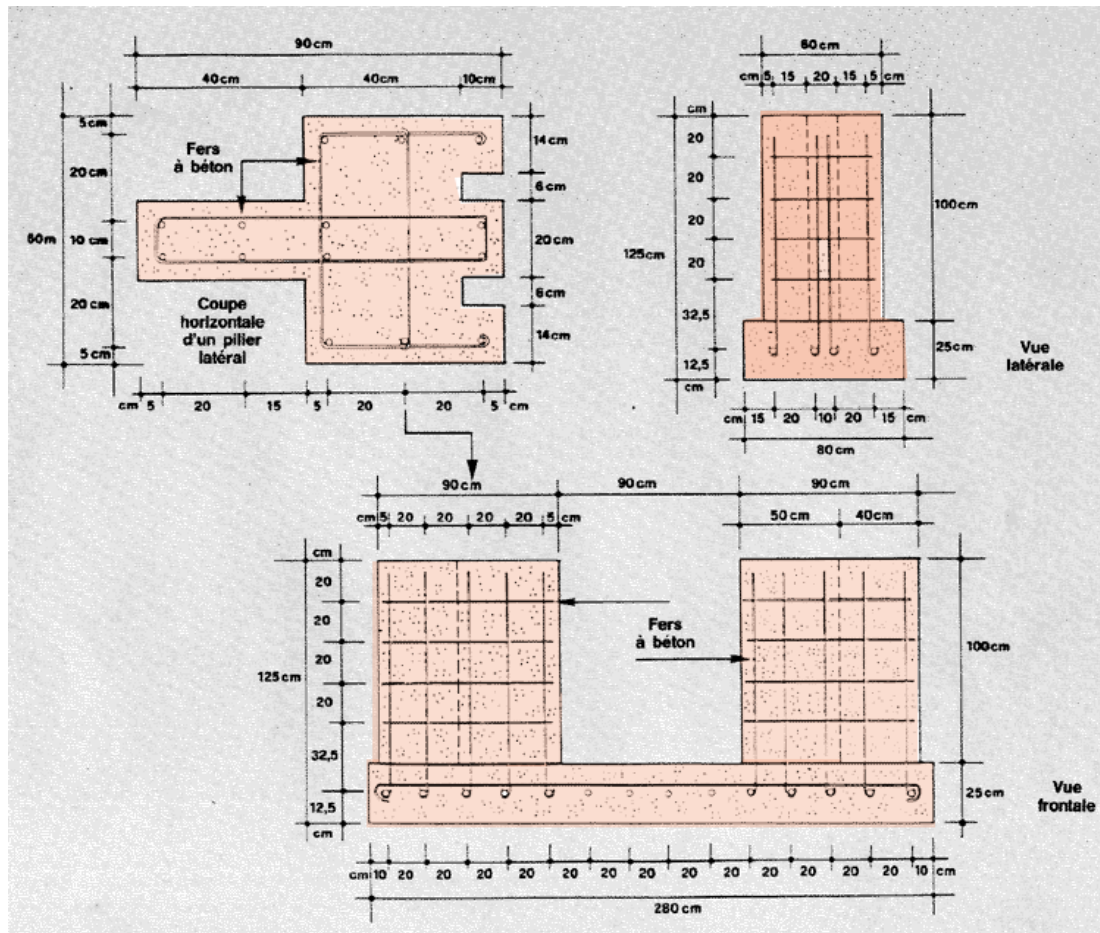


Figure I.25 Placement de l'armature en fers à béton pour un barrage à deux piliers

I.3.5 Barrage à trios piliers

Vous pouvez construire un barrage d'ouvrage de dérivation plus large et réglable, de 4 à 7 m de long et de 1 à 1,5 m de haut, en utilisant deux piliers latéraux en béton et un ou plusieurs piliers centraux, reliés par deux séries de fortes planches de 5 cm d'épaisseur.

5. Pour un barrage de 1 m de haut, construit avec des planches de 1 m de long et comportant un piller central, vous aurez besoin des matériaux suivants:

- béton pour la fondation:
 $4,2 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 1,01 \text{ m}^3$
- béton pour les trois piliers:
 $(0,36 \text{ m}^3 \times 2) + (0,3 \text{ m}^3) = 1,02 \text{ m}^3$
- armature des piliers, fers de 6 mm de diamètre:
fers verticaux:
 $(10 \times 1,10 \text{ m}) + 30,8 \text{ m} = 41,8 \text{ m}$

fers transversaux:

$$4 \times 1,05 \text{ m} = 4,2 \text{ m}$$

$$8 \times 0,50 \text{ m} = 4,0 \text{ m}$$

$$4 \times 0,60 \text{ m} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{piliers extrêmes: } 15,2 \text{ m} + 10,8 \text{ m} = 26,0 \text{ m}$$

- renforcement des fondations: fers de 8 mm de diamètre, $4 \times 4,20 \text{ m} = 16,8 \text{ m}$; et fers de 6 mm de diamètre, $21 \times 0,60 \text{ m} = 12,6 \text{ m}$, ou solution du treillis d'armature, comme dans l'exemple précédent

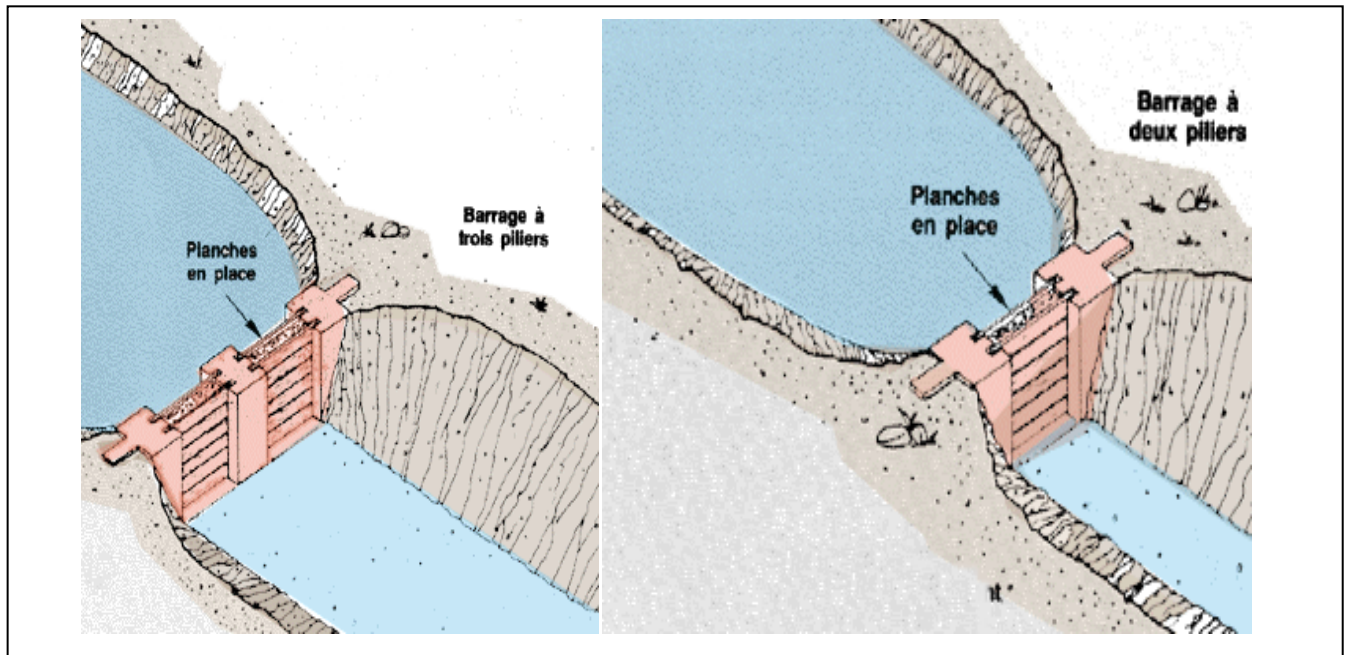


Figure I.26 Barrage à trois piliers

6. Enterrez les fondations du barrage dans le lit du cours d'eau à sec, en les ancrant aussi profondément que possible dans une base solide. Le niveau supérieur de la fondation doit se situer à environ 5 cm sous le niveau du lit du cours d'eau.

7. Construisez chaque pilier dans les berges du cours d'eau. Si nécessaire, édifiez des ailes latérales en pierre ou en béton. Vous pouvez également employer des planches supplémentaires et combler les interstices avec de la terre argileuse soigneusement compactée. Pour éviter l'érosion, renforcez les berges du cours d'eau près de chaque pilier en les protégeant avec des pierres.

8. Pour faire les coffrages de béton et bien fixer les armatures, vous aurez besoin de l'aide d'un bon maçon.

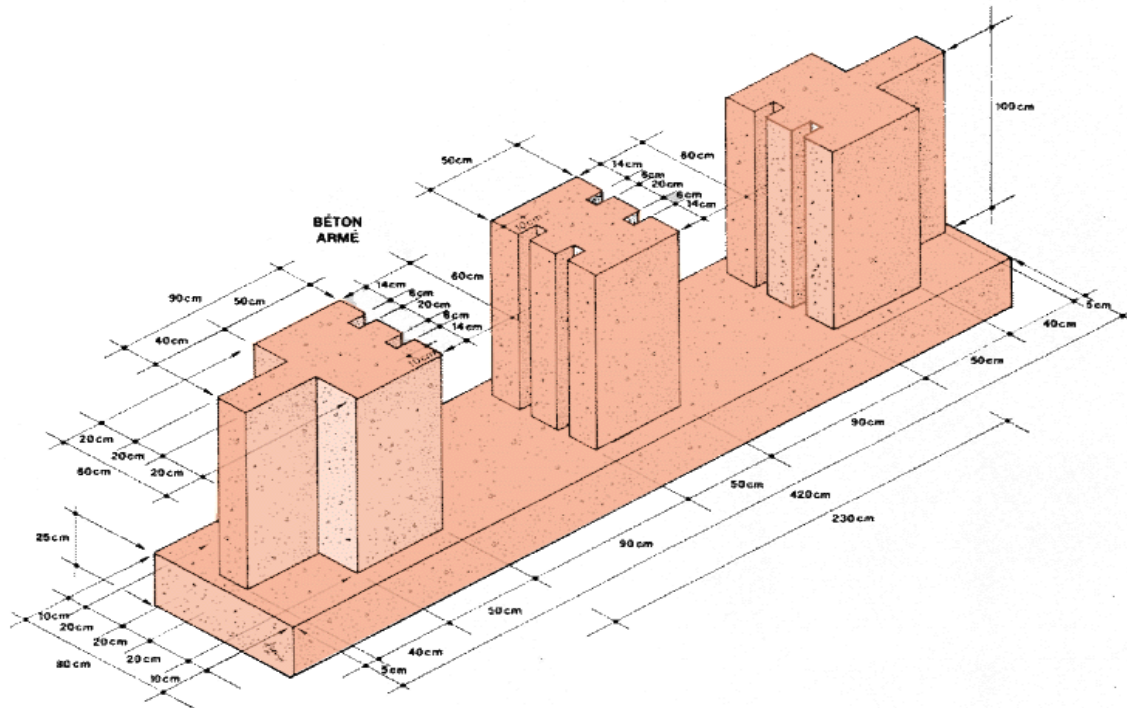


Figure I 27 Construction d'un barrage à trois piliers

I.3.6 Ouvrages réglables de prise d'eau principale

Deux principaux types d'ouvrages

3.6.1. Les sections précédentes vous ont indiqué comment choisir l'emplacement et la taille des principaux types d'ouvrages de prise d'eau. Nous allons étudier maintenant les types d'ouvrages à utiliser. Il en existe essentiellement deux:

- la prise de fond, par laquelle l'eau s'échappe au-dessous de l'ouvrage de régulation, que l'on relève ou que l'on abaisse de manière à ajuster le débit;
- et plus couramment, la prise déversoir dans laquelle l'eau s'écoule au-dessus de l'ouvrage de régulation et que l'on peut aussi relever ou abaisser.

3.6.2 Vous pouvez régler le débit d'eau principalement de deux manières:

- au moyen de planchettes, utilisées dans les prises déversoirs comme dans les prises de fond;
- par une vanne murale ou une porte métallique coulissante, dont la position est fixée par des chevilles ou des boulons ou par une manette réglable. Utilisé pour les prises de

fond, ce système est habituellement plus onéreux, mais assure une régulation plus précise.

Ces deux systèmes sont installés dans des structures fixes en bois, briques, parpaings, béton ou acier, comme les ouvrages dérivation réglables décrits à la section 7.5. Les structures comportent un ou plusieurs jeux de gorges ou de rainures d'ancrage de chaque côté de l'ouvrage de régulation, comme illustré ci-après..

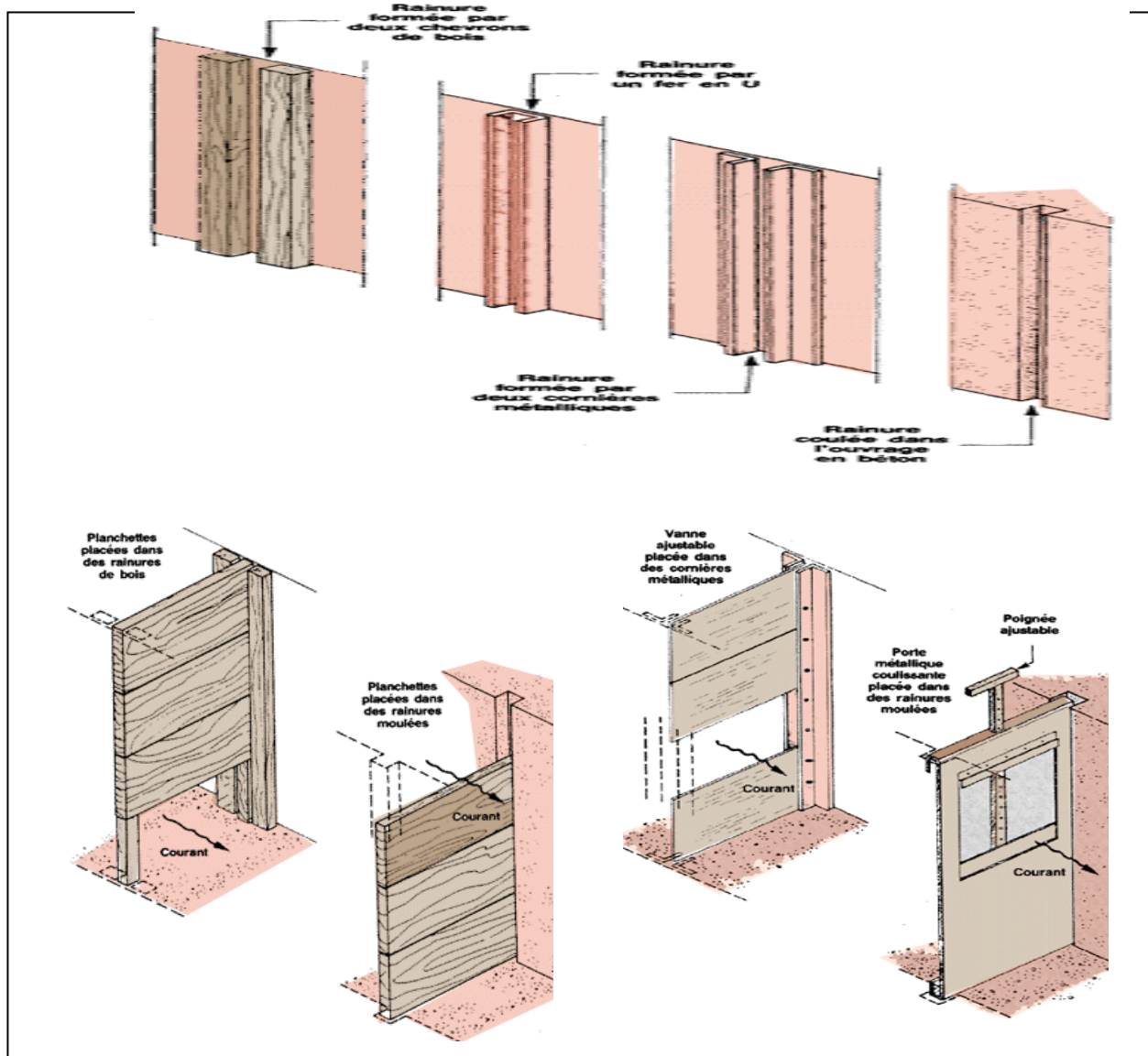


Figure I28 réglables de prise d'eau principale

Alors que les vannes murales sont généralement conçues pour être strictement étanches dans différentes circonstances, la parfaite étanchéité des planchettes est difficile à assurer, en particulier dans le cas de vannes assez larges dont les planches risquent davantage de se

gauchir et de se déjeter. Une amélioration utile consiste à employer des rabats d'étanchéité constitués de feuilles de polyéthylène lourd ou de vieilles chambres à air. Habituellement, ces ouvrages comportent toutefois trois jeux de rainures parallèles, deux pour glisser une grille et une série de planches à l'intérieur ou à l'extérieur, et une pour ajouter une seconde série de planches lorsqu'il faut interrompre complètement le débit d'eau dans le canal d'alimentation.

II.3.7 Evaluation du débit dans la prise d'eau

Le débit qui traverse un ouvrage de ce type en position ouverte peut être évalué à l'aide du graphique 6. Le système de régulation des prises déversoirs à planchettes agit comme un petit déversoir dans lequel le débit varie en fonction de la largeur de la planchette et de la hauteur d'eau qui s'écoule par-dessus.

I.3.7.1. Protection de la prise d'eau contre l'érosion

Il faut toujours veiller à réduire au maximum l'érosion car la vitesse du courant peut nettement augmenter autour des vannes. En règle générale, sauf configurations particulières (consultez un spécialiste de l'hydraulique), vous devez limiter à 80 cm la chute de l'eau dans la prise.

I.3.7.2 Grilles et dispositifs de protection de la prise d'eau

. S'il y a un risque d'écoulement turbulent, les c'été s et la sortie de l'ouvrage peuvent être renforcés avec du bois, du béton armé léger, des briques ou des galets coulés dans du ciment.

Les ouvrages de prise d'eau peuvent être protégées de plusieurs façons contre les débris tels que feuilles ou branches et contre l'érosion du courant. Des grilles ou des dispositifs protecteurs peuvent être utilisés contre les débris dans la plupart des cas, tandis que gabions, empilement de bois ou de bambous ou enrochements peuvent servir à protéger contre l'érosion.

I.3.7.3 Utilisation de grilles

1. Les grilles peuvent être installées de plusieurs manières, la plus courante étant la pose d'une simple grille verticale; elles peuvent aussi être montées horizontalement, inclinées ou placées dans la base du cours d'eau d'alimentation.
2. Très souvent, on utilise une grille simple, constituée habituellement de barres d'acier de 6 à 8 mm de diamètre, séparées de 20 à 35 mm. Cela suffit à retenir les objets les plus gros. Si des particules plus petites doivent être écartées, on peut alors installer soit une grille supplémentaire dont les barreaux sont plus fins (par exemple, de 4 à 6 mm de diamètre) et plus rapprochés (de 5 à 10 mm), soit un treillis métallique. Cette grille supplémentaire peut être montée dans la grille principale ou être intégrée à l'ouvrage de prise proprement dit.
3. Pour les ouvrages simples, la grille a environ la même surface transversale que la prise d'eau principale. Pour améliorer l'écoulement et assurer que la grille joue son rôle, même quand elle est partiellement obstruée, on lui donne une surface souvent supérieure à celle de la prise d'eau, par exemple avec des grilles inclinées disposées en V ou horizontales.
4. N'oubliez pas que si la grille commence à s'obstruer, elle risque de diriger l'eau vers les canaux de dérivation et de réduire ainsi l'écoulement destiné à l'alimentation des étangs.
5. On peut nettoyer la grille soit en la sortant des glissières et en la brossant, soit en relevant la partie articulée d'une grille horizontale ou inclinée, ou encore en installant la grille de manière que le courant la débarrasse des saletés. Il existe également des grilles automatiques, mais l'étude de ces installations spécialisées sort du cadre du présent manuel.
6. La protection des ouvrages de prise d'eau peut être assurée de plusieurs manières.
7. Les parois peuvent être protégées par un assemblage plus léger constitué de bambous, de nattes tissées ou de piquets et de planches. Assurez-vous que ce dispositif est bien fixé et ne laisse pas l'eau s'infiltrer derrière: l'érosion risque alors d'être rapide, et l'ouvrage perdrait toute efficacité une fois sa résistance altérée.
8. Des poteaux, des planches assemblées ou des piquets peuvent être plantés dans le cours d'eau ou le long de ses berges; bien placés, ils réduiront l'érosion. Placés en travers au

voisinage d'une prise d'eau, ils peuvent aussi faire office de grille rudimentaire en empêchant les débris gros et lourds de s'introduire dans cette zone.

9. On peut installer des gabions autour de la prise d'eau, notamment pour détourner l'eau, par exemple en cas de fort courant contre une berge.

10. Les grosses pierres ou les moellons éventuellement disponibles sur place peuvent également être employés. En général, plus les pierres sont grosses, plus la protection qu'elles assurent est bonne.

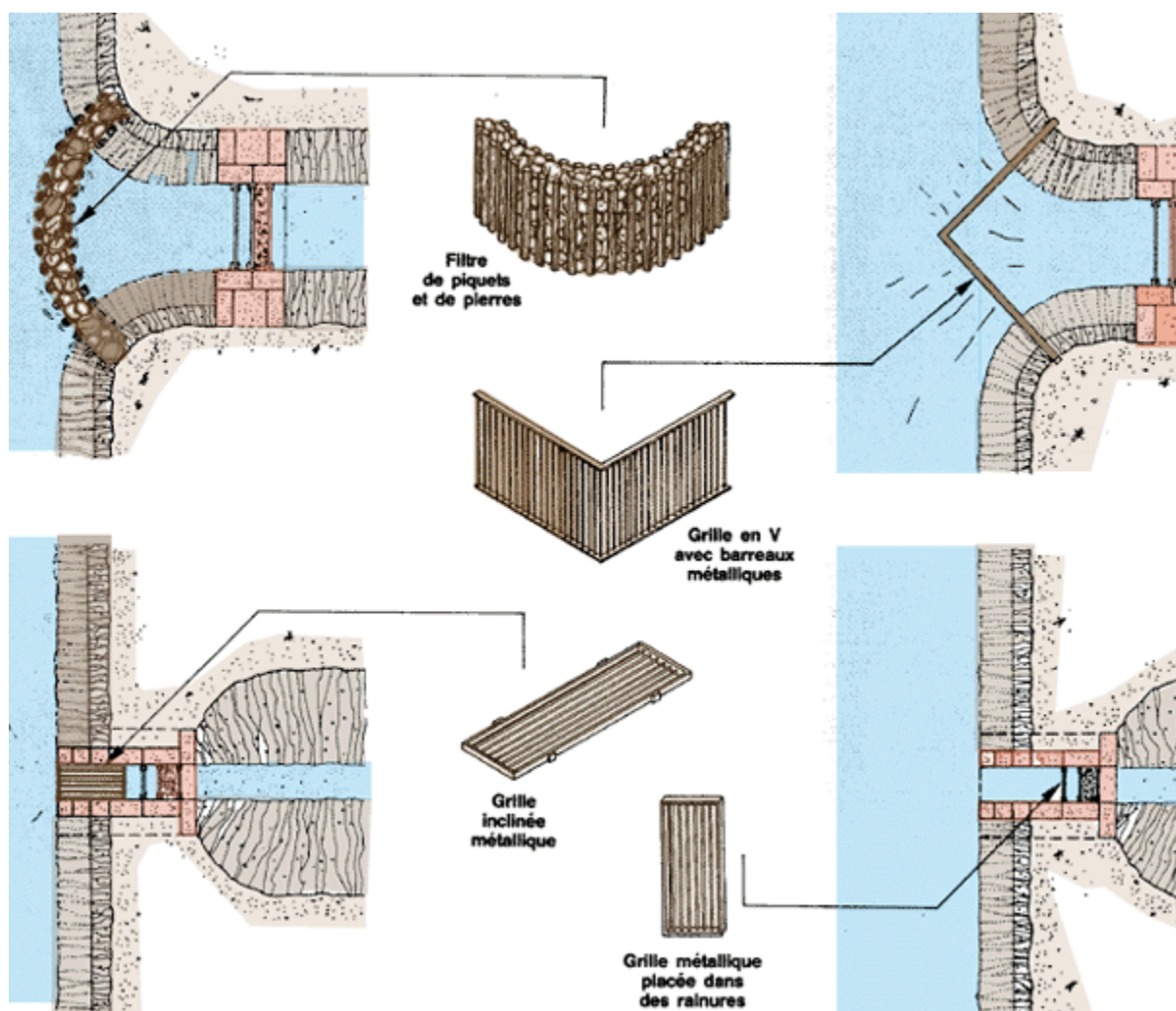


Figure I29 grille

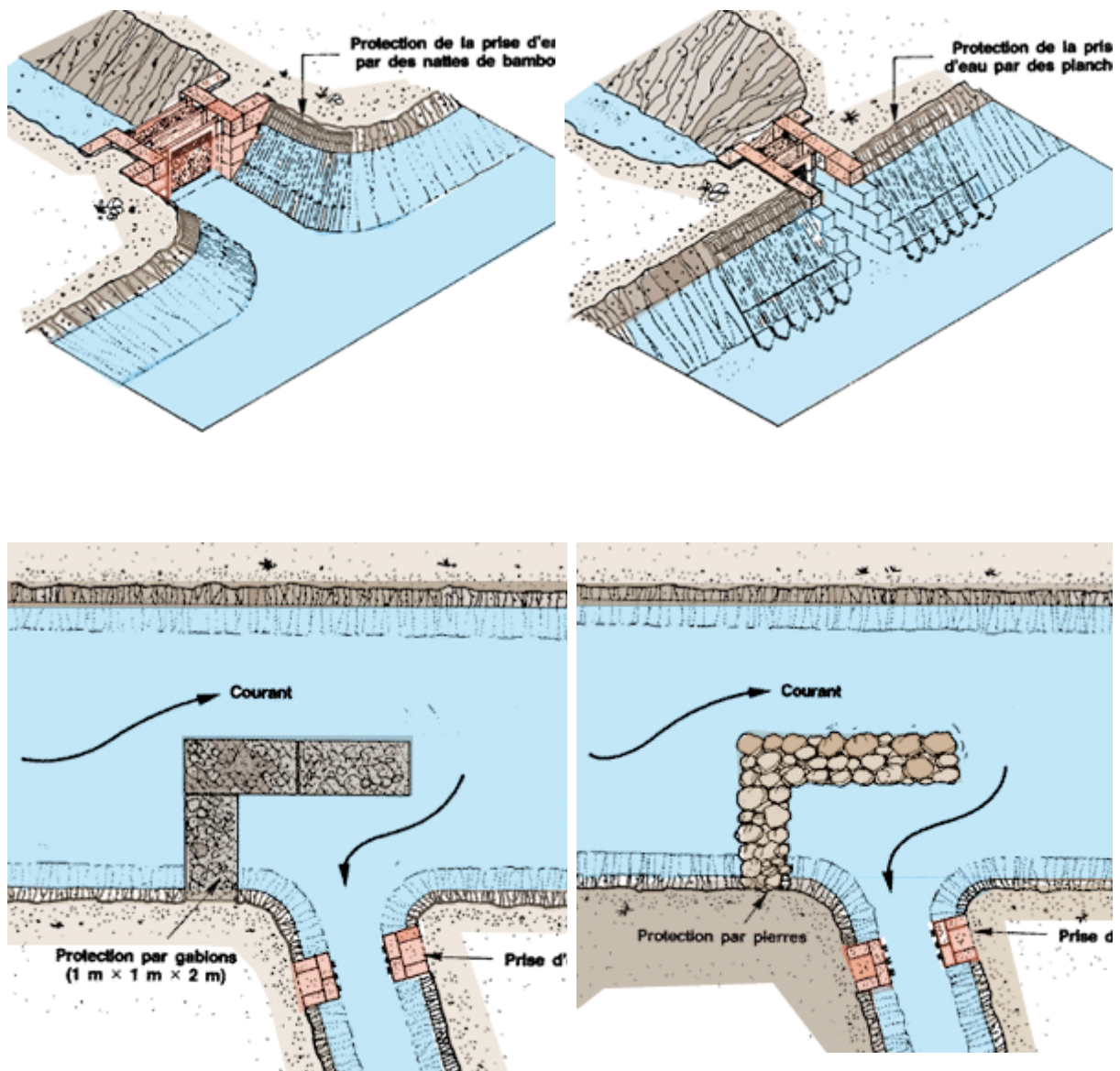


Figure I30 Protection des ouvrages de prise d'eau(<https://www.fao.org>)

Conclusion :

Le réseau d'adduction c'est l'ensemble des canalisations et des dispositifs qui permettent l'acheminement de l'eau. Elles sont destinées au transport des gros débits d'eau généralement entre la source d'eau (Barrage) au station de traitement et le lieu de consommation (Réservoir), par conséquent elles ont donc des diamètres importants.

Donc on remarque l'importance du réseau d'adduction pour un barrage, car c'est lui l'élément essentiel pour la phase d'exploitation et la gestion du barrage pour qu'il puisse accomplir sa mission notamment la satisfaction en eau vis-à-vis la consommation en eau potable pour les êtres humains, animale et pour l'agriculture.

Donc afin qu'on puisse faire une bonne analyse technique ou une expertise pour une opération de réhabilitation du réseau d'adduction d'un barrage en générale pour les chapitres qui suivent. On a donné un aperçu général sur les types de barrage au point de vue nature, qualité, fonctionnement, faisabilité... etc., de même pour les conduites d'adductions.

.

Chapitre II

Introduction

Le présent chapitre fait l'objet d'une présentation et une analyse climatique de la région où se trouve le Barrage « Foug- Elgherza ». La région de Biskra s'étend jusqu'à la zone du Chott Melghir au Sud-est et jusqu'à l'Erg oriental au Sud-ouest avec (latitude $34^{\circ} 52' N$, longitude $5^{\circ} 38' E$) et son altitude est de 125 mètre au-dessus du niveau de la mer. Le réseau hydrographique de la région est formé par quatre principaux Oueds : Oued Biskra, Oued El-Arab, Oued El Abiod et Oued Djeddi. Celui qui alimente le Barrage « Foug-Elgherza » est bien celui de Oued El-Biod. Dans ce chapitre on va présenter la zone d'étude.

II.1. Barrage de Foug El Gherza :

II.1.1. Situation géographique du barrage :

Le barrage de Foug-el-Gherza est situé à l'Est algérien, destiné à l'irrigation, au pied du massif des Aurès à 18 Km à l'Est de Biskra et à environ 400 Km au sud-est d'Alger. Cet ouvrage d'art a un rôle de régulariser le régime du bassin versant d'Oued El-Abiodh (Figure I.1).

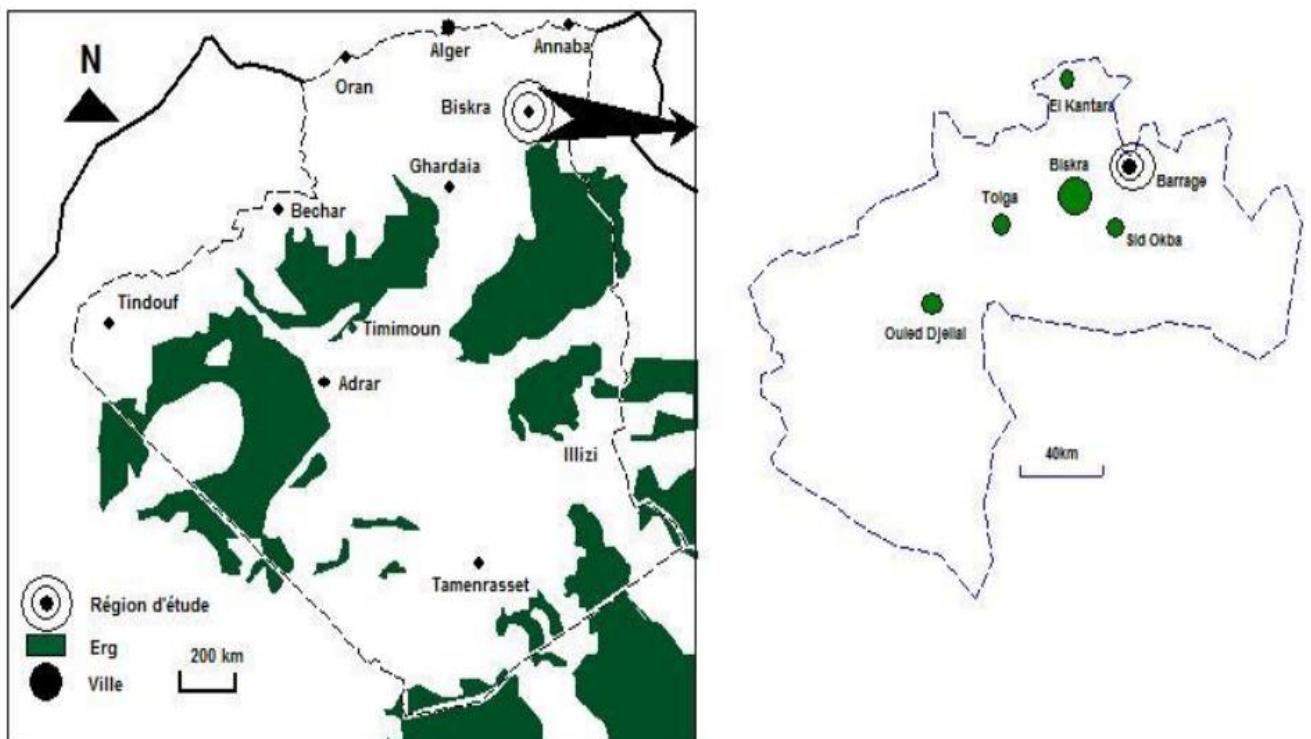


Figure II.1: Localisation du barrage de Foug El Gherza (Boukoucha abdelaziz (2020))

Le bassin versant Oued El Abiod est situé dans le massif des Aurès (partie orientale de l'Atlas saharien), il fait partie du grand bassin hydrologique de Chott Melghir. Il est composé de trois principaux Oueds : Oued El Abiod, Oued Chenawra et Oued de T'kout formant par leur confluence Oued Ghassira. L'ensemble de ces Oueds cheminent vers le Sud et s'écoulent dans Chott Melghir. L'Oued Labiod est formé par la réunion des torrents descendants des raides pentes de Chelia (2328m) et Ichemoul (2071 m) (Houes, 2008). La surface du bassin versant = 1300 km² et le périmètre du bassin versant = 200 km. Le coefficient de Gravelius Kc est de 1.55 d'où le bassin a une forme allongée. (ANBT, 2020).



Figure II.2. barrage de Foug El Gherza (mai 2022)

II.1.2. Les caractéristiques techniques du Barrage de Foug-Elgherza sont :

Capacité Initiale : 47 Hm³. Capacité = 14.89 Hm³ (levé 2004). Surface de la Bassin Versant: 1300 Km². Apport Annuel moyen: 21 Hm³. Volume Régularisé: 13 Hm³. Hauteur Hors sol: 65m. Hauteur à partir de la fondation : 73 m. Longueur voute: 126 m. Longueur culée : 60m. Largeur du barrage au niveau de la fondation: 8.40m. Largeur en crête: 3m. Rayon de courbure: 80m. Cote de la Retenu Niveau Normal: 198m. Cote des plus hautes eaux: 23.25m. Taille du béton usagé : 40.000 m³. (ANBT, 2020)

II. 1.3. Historique De La Construction Du Barrage Foug El Gherza :

Les étapes de la construction du barrage de Foug El Gherza peuvent être résumées par ce qui suit :

1847: Premier barrage de dérivation à cette époque avec un petit ouvrage qui avait été construit en amont des gorges de Foug El Gherza. Les eaux étaient dérivées par une galerie souterraine creusée dans les calcaires de la rive droite. il ne reste rien de cet ouvrage.

L'entrée amont de la galerie de dérivation, complètement obstruée, a été découverte par Chance au cours de la construction du batardeau du barrage actuel.

1902 : Des travaux de dérivation de l'oued ont été entrepris, mais dans la nuit du 15 au 16 sept 1902 une crue d'une violence exceptionnelle ravage le chantier.

1912-1918 : Un barrage de 3 m de hauteur est édifié au milieu de la gorge. Une galerie longue de 400m environ creusée en rive droite prolongée par un canal d'amenée cimenté de 3km. En plusieurs endroits ce canal traversait en aqueduc franchissant l'Oued El Biraz (nom de l'oued El Abiod à l'aval des gorges) et alimente l'oasis de Sidi Okba.

1927 : L'administration commence à établir un projet de grand barrage-réservoir.

1941 :MR. LAFIITE, ingénieur du service de la carte géologique de l'Algérie fait une étude géologique détaillée de l'emplacement du barrage.

1944 : Une série de sondage a été exécutée dans le thalweg de l'oued El Abiod à l'extrémité amont de la future retenue pour reconnaître la nature du bed-rock.

1950 : La voûte et la culée, ainsi que les ponts sur les déversoirs sont terminées.

1951 : Le montage de la conduite forcée, la mise en place des déchargeurs et l'installation de la centrale hydroélectrique sont effectués.

1952-1954 : Renforcement du rideau d'étanchéité.

1954-1957 : L'exécution d'un masque plaqué contre l'écran d'étanchéité et à l'amont de celui-ci ; Ces travaux sont terminés en septembre 1957. (**ANBT, 2020**).

II.1.4. Exploitation des eaux du barrage de Foum El Gherza :

L'irrigation rationnelle des palmeraies a pour but d'assurer pendant toute l'année et surtout pendant l'été, les quantités d'eau nécessaires à une évolution normale des arbres et à l'élaboration d'une bonne récolte. Donc, les spécialistes sont assez imprécis sur le volume et la fréquence des arrosages. Quelque en soit, la culture du palmier dattier exige d'importantes quantités d'eau.

L'influence défavorable des facteurs climatiques font qu'au Sahara la prospérité du palmier dattier est principalement fonction des volumes d'eau disponibles pour l'arroser.

En fait, l'eau d'irrigation sert à humidifier l'horizon du sol fouillé par les racines nourricières des arbres. Le palmier peut évoluer normalement entre 20 et 24% d'humidité relative du sol. (AiDoudi L, 2012)

Les besoins en eau du palmier dattier dépendent donc :

-De facteurs édaphiques: (nature physique du sol donc capacité de rétention en eau, nature chimique des terres qui en général sont pauvres mais riches en sels et donc arrosages plus fréquents et copieux pour combattre la salinité).

-De la qualité des eaux: les irrigations doivent être d'autant plus nombreuses et volumineuses que les eaux sont plus chargées afin de limiter les phénomènes de salinisation secondaire généralisée et stabilisée.

-De l'aménagement et de l'entretien de la plantation: plus les planches sont parfaitement nivelées et le sol est entretenu plus l'exécution des arrosages est favorisée et la pénétration de l'eau est meilleure.

Dans la pratique, l'irrigation des palmeraies ne tient pas compte du stade de développement biologique et physiologique des palmiers et par conséquent de la variation des besoins durant l'année. De plus, au point de vue production de dattes, certains chercheurs ont calculé qu'il fallait **1 m³** d'eau pour obtenir **1 kg** de dattes (Boukoucha abdelaziz (2020)). Par ailleurs, en dehors de la technique d'irrigation par submersion, une technique récente a été essayée. Il s'agit de « l'irrigation goutte à goutte ». Elle permet une économie d'eau incontestable.

II.1.5. Équipement hydro pluviométrique du barrage de Foum El Gherza :

Dans le but de suivre le fonctionnement du barrage de Foum El Gherza d'établir le bilan hydrologique et de mettre en place un outil de suivi futur de sa disponibilité en eau dépend les entrées et les sorties de la retenue du barrage, une station de mesure a été installée

près de la retenue du barrage de puis sa mise fonction, en 1950 (l'année de la mise eau). Cette station qui a été installée est équipée d'un dispositif expérimental composé par :

- Un pluviomètre permettant d'enregistrer les cumuls de précipitation sur une journée.
- Un bac d'évaporation enterré de type Colorado-ORSTOM de 1 m² d'ouverture et 60 cm de profondeur et un bac de classe A.
- Une batterie de deux échelles limnométriques.
- Une centrale d'enregistrement et de mémorisation des données au niveau de la direction du barrage.
- Un thermomètre protégé sous un abri météorologique.



Figure II.3. Station pluviométrique du Barrage Foug El Gherza,(Mars 2019)

Les données limnométriques et pluviométrique enregistrées, sont transférées régulièrement au laboratoire, puis gérées et transformées en formats accessibles (Excel). Les données d'évaporation sont déterminées de façon manuelle par un agent tous les matins à 8 heures à partir du bac.

II.1.6. Les caractéristiques géologiques de la cuvette du barrage :

L'étanchéité de la cuvette est assurée par la présence des marnes du campanien qui affleurent en amont du barrage. Il reste toutefois une partie importante de calcaire baigné par la retenue et qu'il a été nécessaire d'étancher par injections. Le voile d'étanchéité réalisé se raccorde aux marnes campaniennes (**Boukoucha abdelaziz (2020)**).

II.1.7. Tectonique du barrage Foug El Gherza :

Sur le plan tectonique la région a connu plusieurs phases qui ont fortement influencés sur le dispositif structural de la région. La phase post-lutétienne a donné sa charpente à la région avec les structures atlasiques. Il s'agit de nombreux anticlinaux orientés NE-SO qui constituent l'essentiel des reliefs de la région (**Boukoucha abdelaziz (2020)**).

- Une phase cassante pliocène s'est soldée, ensuite, par des formes d'effondrement qui ont donné lieu à de nombreux fossés tectoniques, notamment la fosse sud-atlasique, qui a bouleversé l'ensemble des réseaux hydrographiques. Elle a même complètement inversé la direction des écoulements dans le massif.
- Une phase tardive quaternaire a accentué les mouvements verticaux des grands comportements du massif et un abaissement avec une subsidence très marquée de la bordure saharienne. Ce changement dans le niveau de bases des cours d'eau est responsable de l'encaissement des principaux Oueds de la région.

II.1.8. Fondation du barrage :

La voûte et la culée rive gauche est entièrement fondées sur les calcaires maestrichtiens. Ceux-ci se présentent sous formes de bancs épais, parfois intercalés de bancs marneux. Les couches ont une direction parallèle à la vallée et un pendage général de 30° vers l'aval .

II.2. Description du Bassin versant d'Oued El Abiod :

II.2.1. Situation géographique :

Le bassin versant Oued El Abiod porte le code 06.15 de l'A.N.R.H, il est annexé au bassin versant 06 de Chott Melghir. Le bassin versant Oued El Abiod est l'un des sous bassin du grand ensemble hydrologique du chott Melghir (Figure I.4), situé dans le massif des Aurès (partie orientale de l'Atlas saharien). Il est composé de trois principaux Oueds: Oued El Abiod, Oued Chenawra et Oued de T'kout formant par leur confluence Oued Ghassira. L'ensemble de ces Oueds cheminent vers le Sud et se déversent dans Chott Melghir. Oued El Abiod est formé par la réunion de plusieurs torrents descendant des pentes du Djebel Chellia (2328 m) et du Djebel Ichemoul (2071 m) deux des plus hauts sommets d'Algerie. L'Oued coule vers le Sud – Ouest et il descend de près de 2000 mètres en 120 km. Son caractère torrentiel est très accusé.

Après avoir traversé le défilé resserré de Tighanimine, il s'encaisse dans les canyons de Ghoufi et les gorges étroites de Mchounèche, puis s'ouvre une voie vers la plaine Saharienne jusqu'aux gorges de Foug El Gherza.

Le bassin versant Oued El Abiod est situé entre une forte et moyenne pente, les reliefs du bassin se caractérisent par des altitudes très fortes dans sa grande partie, le bassin a une forme allongée, et présente une exposition dominante Nord Est, occupe par une superficie environs 1300 Km².

Le bassin versant peut être divisé en deux zones de superficie sensiblement égale:

- Une zone montagneuse et boisée depuis les monts de Chélia jusqu'au défilé resserré de Tighanimine, il s'encaisse dans les canons de Ghoufi et les gorges étroites de Mchounech.
- Une zone de pentes désertiques, sans aucune couverture végétale de Tighanimine vers la plaine saharienne à travers les gorges de Foug El Gherza.

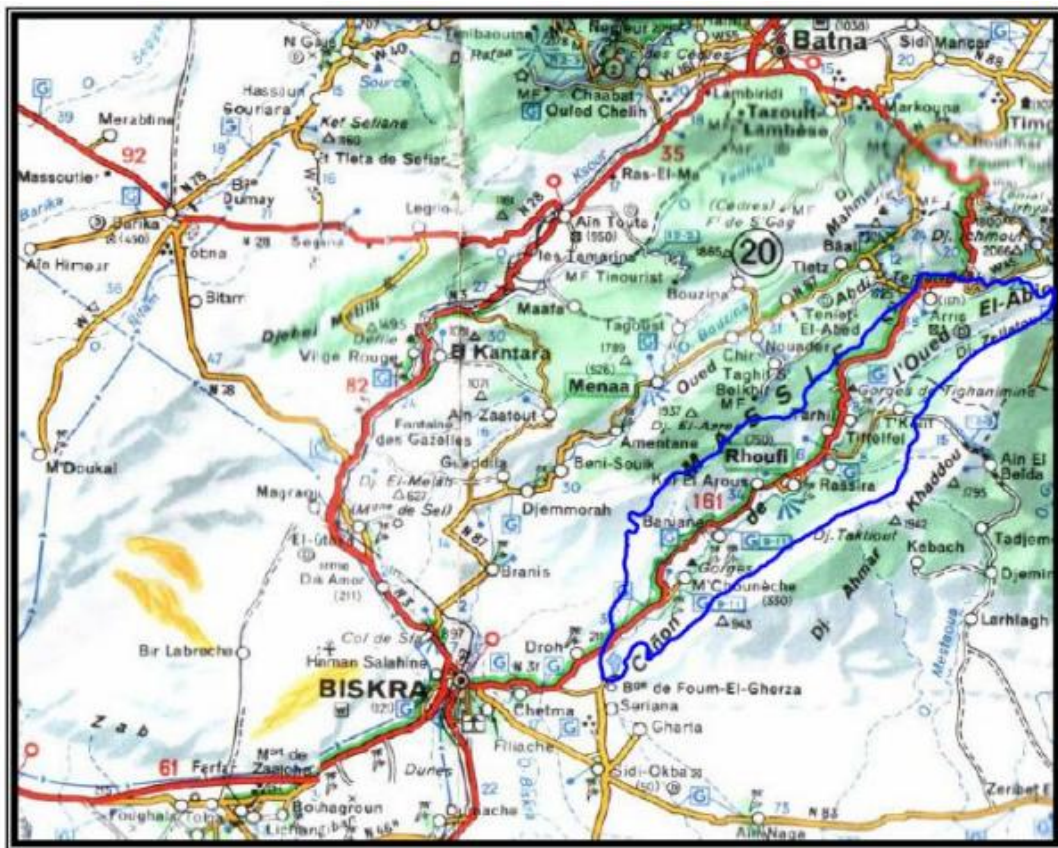


Figure II.4. Bassin versant Oued **El Abiod** (Boukoucha abdelaziz (2020))

II.2.2. Caractéristique physiographiques et morpho métriques du bassin :

Le bassin versant Oued El Abiod fonctionne comme un collecteur chargé de recueillir les pluies et de les transformer en écoulement. Cette transformation ne va pas sans perte en

eau, et ces pertes dépendent des conditions climatologiques régnant sur le bassin, mais aussi des caractéristique physiographiques et morphométrique du bassin (forme, réseau hydrographique, ...ect).

II.2.2.1. La forme du bassin d'oued El Abiod :

La forme du bassin versant influence fortement dans l'écoulement global, et notamment le temps de réponse du bassin versant. C'est la configuration géométrique projetée sur un plan horizontal.

Un bassin versant allongé ne réagira pas de la même manière qu'un bassin ramassé même s'ils sont placés dans les mêmes conditions météorologiques.

II.2.2.2. La topographie :

Le bassin versant Oued El Abiod est défini topographiquement par la surface délimitée et par la ligne des partages des eaux qui passe par les lignes des crêtes et les lignes des plus grandes pentes, autrement dit, c'est la surface drainée par un cour d'eau et ses affluents, en amont d'une section donnée, par conséquent tout écoulement se manifestant à l'intérieur de cette surface doit forcément traverser la section normale considérée et s'écouler vers l'aval jusqu'à l'exutoire du barrage de Foum El Gherza.

Le bassin versant est caractérisé aussi par sa dissymétrie, une partie montagneuse au Nord culminant à plus de 2000 m (2328 m Dj Chelia) et une autre basse au Sud (295 m El Habel), ce qui génère des pentes longitudinales et transversales le long de son exposition. Quand au pentes, on constate une série de ruptures qui s'expliquent par les variations lithologiques (résistance à l'érosion) d'une part et le degré de perméabilité des matériaux de l'autre, d'autre ressus le long de l'Oued beaucoup moins marqués, sont également liés à des seuils rocheux qui apparaissent d'une manière moins nette sur le profil en long (**Boukoucha abdelaziz (2020)**).

On constate, une accentuation de pentes entre El Hamra et Ghassira qui engendrent également un encaissement rapide des vitesses d'écoulement, et met en évidence la puissance de l'érosion, d'où un encadrement du lit dans l'absence du champ d'inondation au niveau de la confluence d'Oued El Abiod et Oued Zellatou (1940 m).

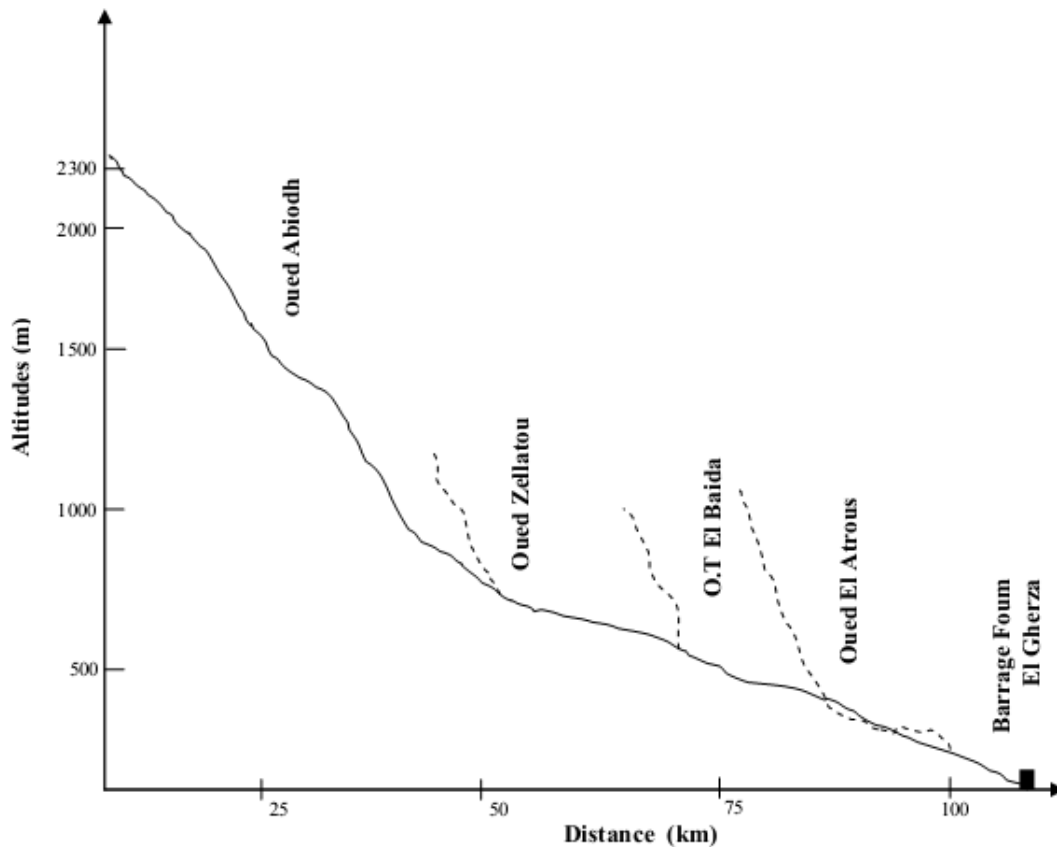


Figure II.5. Profil en long d'Oued El Abiod. (AiDoudi L, 2012)

Il existe une nette relation entre le changement brusque des pentes et l'exposition Nord-est / Sud-ouest due à l'inadaptation du réseau hydrographique avec la structure. Ainsi au niveau d'Oued Zellatou, on constate de très fortes pentes révélant ainsi le caractère torrentiel de cet affluent, les pentes élevées dans la partie amont, ne sont réalisées que sur de brefs secteurs et sont à l'origine des crues exceptionnelles.

En revanche Oued El Attrous (1640m), présente un profil assez régulier, interrompu par quelques légères ruptures de pentes annonçant les cours d'eau des hautes plaines semi-arides.

Ainsi la partie basse, présente une allure régulière traduisant l'amorce d'équilibre. On notera la présence de gros blocs dans le lit de l'Oued, due soit à un affleurement rocheux, soit à l'arrivée d'un affluent qui transporte des matériaux beaucoup plus gros que ceux transportés par l'Oued principal, ce qui traduit l'inexistence d'équilibre permanent.

II.2.2.3. La courbe hypsométrique :

La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son

altitude. Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de surface) du bassin qui se trouve au-dessus (ou au-dessous) de l'altitude représentée en ordonnée. Elle exprime ainsi la superficie du bassin ou le pourcentage de superficie, au-delà d'une certaine altitude.

Les courbes hypsométriques demeurent un outil pratique pour comparer plusieurs bassins entre eux ou les diverses sections d'un seul bassin. Elles peuvent en outre servir à la détermination de la pluie moyenne sur un bassin versant et donnent des indications quant au comportement hydrologique et hydraulique du bassin et de son système de drainage.

Le but recherché ici, est la détermination de la classe de relief, la hauteur moyenne, la médiane et le pourcentage des aires partielles entre les différentes courbes de niveau.

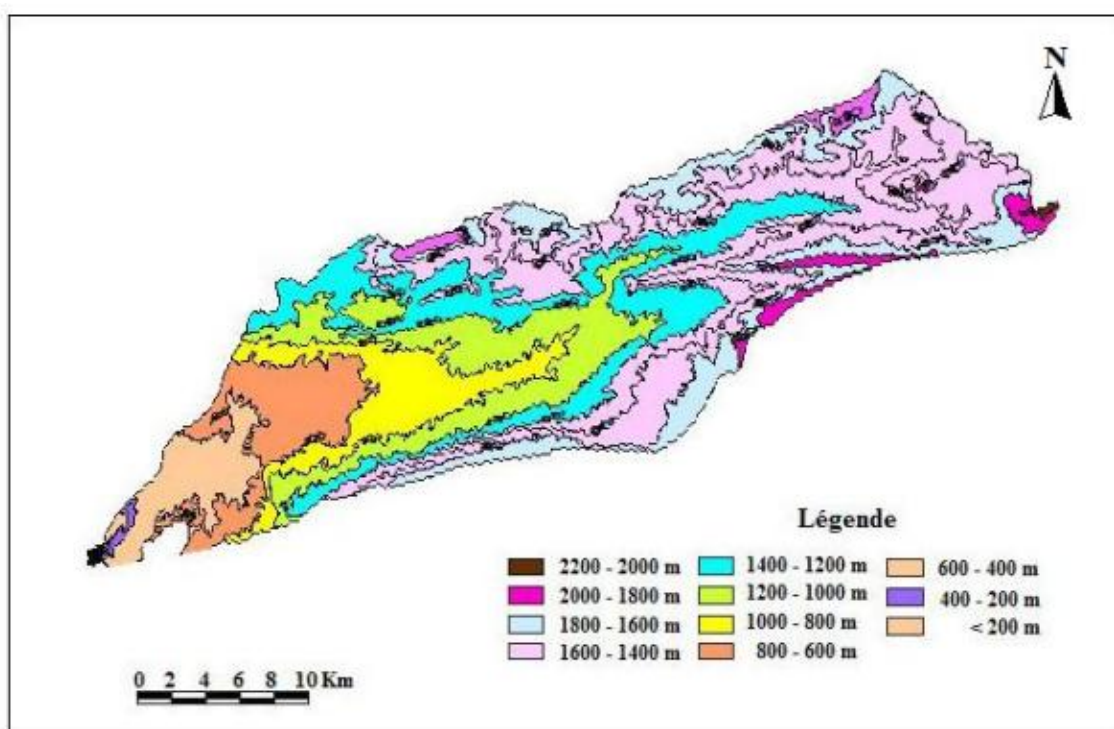


Figure II.6. Carte hypsométrique du bassin (Boukoucha abdelaziz (2020))

II.2.2.4. Le réseau hydrographique d'Oued El Abiod "Chevelu hydrographique"

Les différences de relief de l'Atlas saharien ont pour conséquence le réseau hydrographique, et la variabilité du climat dans le bassin d'Oued El Abiod. Les Oueds des Aurès prennent leurs sources aux environs de 2328 m d'altitude (Oued El Abiod et Oued Abdi) ces oueds s'écoulent rapidement vers le sud, dans la dépression du chott Melghir (-36m) (Boukoucha abdelaziz (2020)). C'est le niveau de base de tous les oueds du versant sud de l'Aurès qui ne l'atteignent qu'à l'occasion de leurs plus grandes crues.

Le réseau hydrographique du versant sud de l'atlas saharien , comporte une proposition non négligeable de cours d'eau pérennes (Oued el Hai et Oued El Abiod) mais ces oueds sont asséchés par l'évaporation dans les vallées en amont, seul d'Oued El Abiod reste pérenne, jusqu'au piémont du barrage de Foug –El Gharza (Boukoucha abdelaziz (2020)).

d'Oued El Abiod prend sa naissance dans les monts des Aurès, et est formé par la réunion de plusieurs torrents descendant des pentes du Djebel Chélia et du Djebel Ichemoul, les deux plus hauts sommets d'Algérie. Pendant son écoulement vers le sud ouest, l'Oued descend de près de 2328 m d'altitude et une longueur de 120 km.

II.3. Hydro climatologie du bassin versant d'Oued El Abiod :

II.3.1 Climat :

Le bassin versant Oued El Abiod appartient à un domaine climatique semi aride. En effet, l'influence du climat méditerranéen sur la région se limite à une étroite frange littorale, du fait de blocage, par une bande de chaînes montagneuses qui empêche la pénétration de ce climat vers l'intérieur, l'air tropical où règnent les hautes pressions, joue aussi un rôle de barrière à l'extension des courants polaires vers le sud. La région se trouve donc dans une zone de transition entre deux milieux différents, un climat plus ou moins tempéré au nord et le climat tropical (désertique) au sud. Les caractéristiques de ce climat de transition sont : un hiver frais et un été très chaud et sec. Les masses d'air doux et humides venant du nord se déversent sur la côte et les chaînes telliennes. Elles arrivent moins chargées en eau sur l'atlas saharien.

Ainsi s'explique la diminution de la pluie vers le sud et l'allongement de la saison sèche. Ce climat ne convient guère qu'à une végétation très adaptée d'autant que la saison sèche se prolonge. De plus les coups de sirocco sont fréquentés pendant la saison chaude, accentuant ainsi l'évapotranspiration qui engendre un déficit d'écoulement annuel considérable.

II.3.2 Le réseau pluviométrique :

Le bassin versant d'Oued El Abiod est équipé de six stations pluviométriques : Médina, Arris, T'Kout, Tifelfel, M'Mchounèche et une autre station qui se trouve en aval, au niveau du barrage de Foug El Gherza .

II.3.3. Le vent :

Le principal agent atmosphérique de l'érosion est le vent. Mais il agit par isolement, même à grande vitesse, son efficacité abrasive est principalement due à sa charge en poussière et en sable.

L'érosion éolienne est fréquente, le vent entraîne les particules fines de sable déposées sur les roches, et il influe sur la dégradation de ces derniers. A ce moment là une partie des particules transportées sera déposée dans la retenue.

En été durant les périodes de températures maximales arrivent souvent des « Sirocco » (du sud-est). En période d'automne et hiver on remarque la prédominance des vents (Nord-Ouest) et (Nord-est) qui amènent l'humidité de l'Atlantique du Nord. Le maximum de force des vents est enregistré en fin d'hiver et au printemps. Les vents de sable sont fréquents en Avril et Mai. Du fait de l'absence totale de station anémométrique dans le bassin versant, le tableau suivant donne les caractéristiques générales similaires aux études faites par "Seltzer" indiquant la vitesse et la période de passage.

Tableau II.2. Les vents par mois dans le bassin d'oued El Abiod (Boukoucha Abdelaziz (2020))

<i>Mois</i>	<i>Evapotranspiration moyenne [mm]</i>		
	<i>Biskra</i>	<i>Batna</i>	<i>Arris</i>
<i>Janvier</i>	65	31	34
<i>Février</i>	89	43	48
<i>Mars</i>	127	79	85
<i>Avril</i>	214	123	138
<i>Mai</i>	269	165	170
<i>Juin</i>	316	207	227
<i>Juillet</i>	349	240	248
<i>Aout</i>	310	211	216
<i>Septembre</i>	223	147	152
<i>Octobre</i>	145	90	95
<i>Novembre</i>	81	45	49
<i>décembre</i>	57	29	39
<i>Moyenne annuel</i>	187.08	117.5	125.08

La direction Nord-est susceptible d'être porteuse de pluies est dominante par rapport aux autres directions, elle est fréquente durant les mois de Décembre-Janvier -Février et Mars

avec une fréquence de 12 à 14 jours par an. Ceci explique d'abord que la partie Nord reçoit d'avantage les précipitations, ensuite l'effet de l'exposition va contribuer au processus érosif.

II.3.4. Les températures :

La température moyenne annuelle dans un climat aride celui des Ziban n'a pas une grande signification. L'analyse des températures sera faite à partir d'une série d'observation de 1980 à 2004 pour la station de Foum El Gherza, et à partir des cartes de l'agence nationale des ressources hydraulique "ANRH" nous avons obtenu les températures mensuelle de la station de Batna (**ANRH, 2002**).

La température moyenne annuelle dans le bassin d'Oued El Abiod au droit du barrage de Foum El Gherza est de 21.98°C et il est plus élevé que la température moyenne annuelle à Batna qui est 13.98°C. Le tableau suivant définit bien la variation mensuelle des températures entre deux stations, station de Batna et la station du barrage de Foum El Gherza.

II.3.5. Le couvert végétal :

La résistance de tout bassin versant à l'érosion est fonction de son couvert végétal. Cette dernière joue un rôle vital de protecteur dans la mesure où il protège le sol du point de vue mécanique contre l'écoulement en diminuant la force de cet écoulement et favorisant l'infiltration des eaux, ainsi que le rôle que joue le feuillage qui diminue l'impact des précipitations sur le sol en diminuant leur énergie cinétique.

Les plus denses forêts du bassin versant d'Oued El Abiod sont localisés sur le versant Nord entre 1600 à 2000m composées essentiellement de cèdres sur 1400 ha environ, le reste de la surface couverte, se partage entre chêne vert et Pin d'Alep entre 1000 à 1400 m plus particulièrement tandis que la basse vallée du bassin versant est couverte de palmiers associés à d'autres cultures telles que la céréaliculture et les cultures maraîchères qui puisent leur eau d'irrigation par des prises d'eau dans l'oued ou par le dépendage des crues. Ces pratiques sont rencontrées essentiellement dans les régions de Rhassira, Ggoufi, Benniene et Mchounech.

En générale la répartition végétale du bassin versant Oued El Abiod se présente comme suit (**Boukoucha abdelaziz (2020)**):

- Une partie couverte représentant 42% de la superficie total du bassin versant soit 54767 ha compris entre Djebel Chélia et les gorges de Tighanimine, d'une part et sur les montagnes de Ahmar-Kheddou et Djébel Takhmout D'autre part.
- Puis une zone qu'on peut qualifier de semi-aride ou aride représentant 58% de la superficie

totale du bassin versant soit 74949 ha (figure I.7).

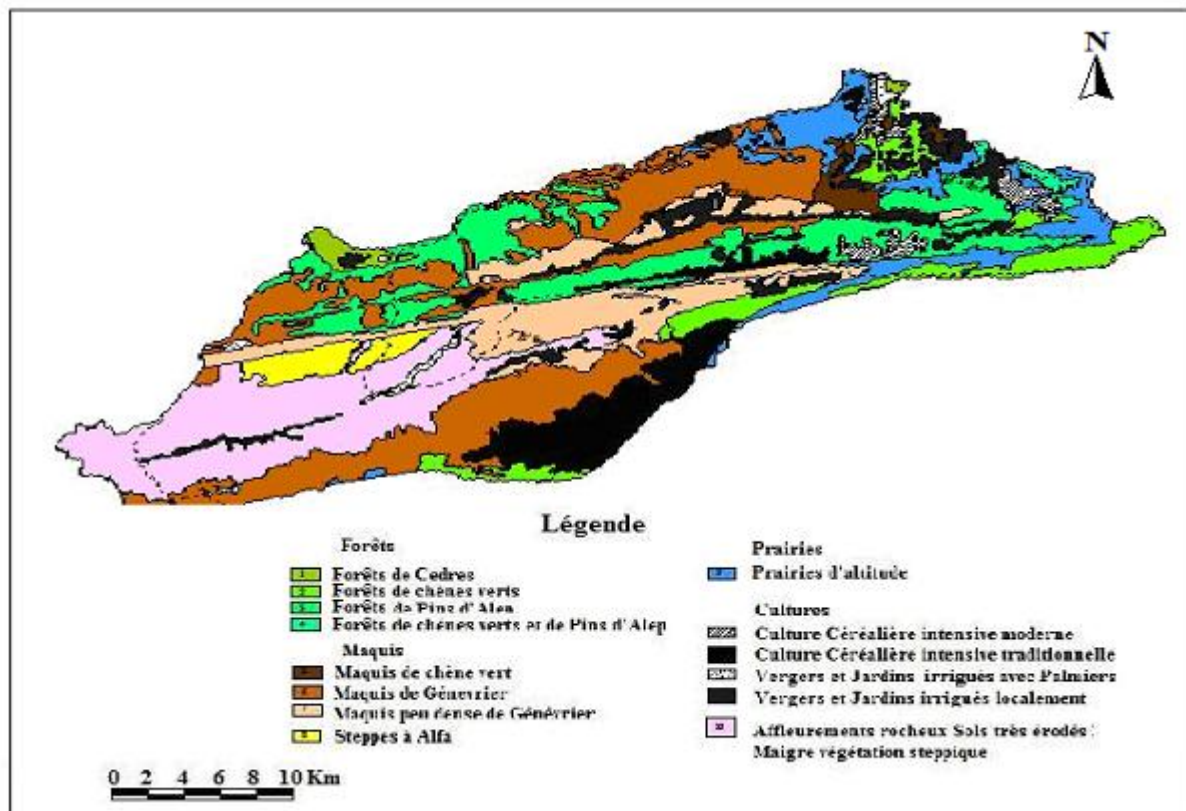


Figure II.7. Carte d'utilisation du sol et des formations végétales (Boukoucha abdelaziz (2020))

II.4. Les caractéristiques géologiques et lithologiques du bassin :

II.4.1. Structure géologique du bassin versant :

L'étude géologique du terrain a le plus souvent pour objet de classer les matériaux selon leur résistance et plus ou moins leur perméabilité ; celle-ci intervient de façon directe sur la réponse du bassin versant lors des crues ou le soutien qu'elle apporte aux débits d'étiage par les nappes souterraines, de plus elle apporte beaucoup d'indications sur l'érodibilité du matériau rocheux, indispensables à l'évaluation de l'érosion, le transport solide, et l'envasement du barrage. Le bassin versant d'Oued El Abiod s'inscrit dans l'évolution générale de l'atlas Saharien en général et du massif des Aurès en particulier.

Les gorges de Foug El Gherza font partie de la chaîne qui borde au sud l'atlas saharien.

Cette zone tectonique a été affectée par les deux phases de plissement qui se sont superposées dans l'atlas. Deux systèmes de failles ou de fissures sont en relation avec les deux phases de plissement. A cette tectonique se sont ajoutées des actions très récentes dues en majorité à la pesanteur (Boukoucha abdelaziz (2020))

A l'amont des gorges, dans la cuvette, affleurent les marnes campaniennes absolument imperméables. Les gorges elles-mêmes sont formées par des calcaires maestrichtiens rigides, fissurés, donc perméables.

Des galeries de profondeur de 10 m creusées sur les deux rives de la gorge montrent que les calcaires sont fissurés et que presque toutes les fissures sont obturées par des argiles sableuses rouges qui ont autrefois recouvert le massif. Le remplissage des fissures ne va pas très loin ni latéralement dans les berges de la gorge, ni en profondeur sous le lit de l'oued (Boukoucha abdelaziz (2020)).

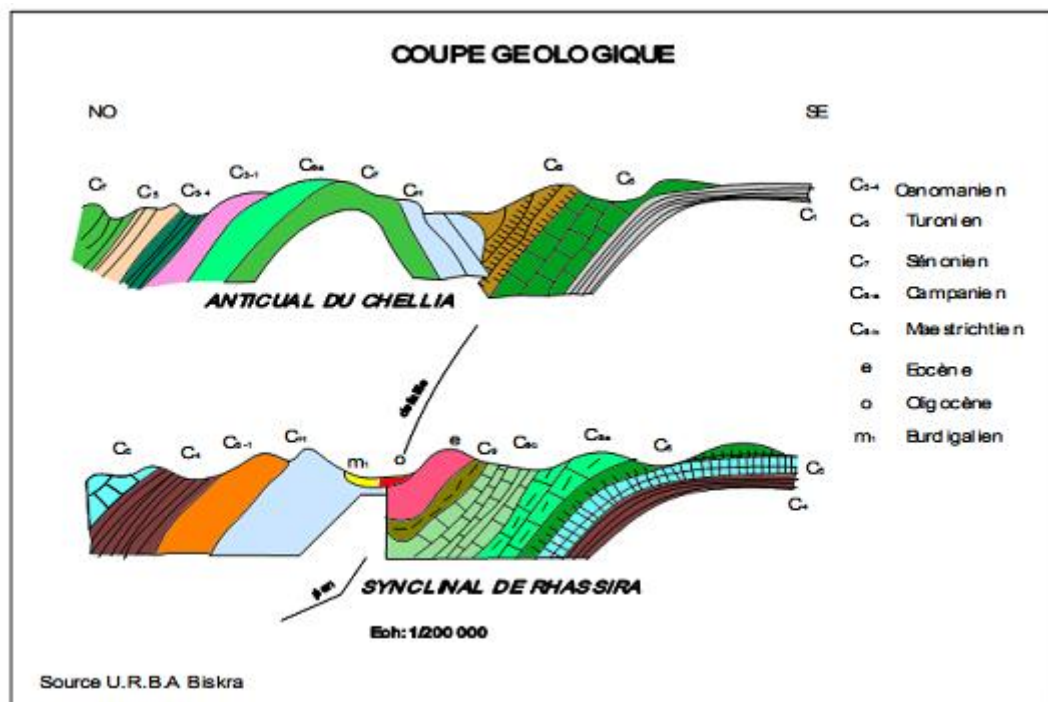


Figure II.8. Coupe géologique du bassin versant d'oued EL Abiod (d'après Krimil, 2008)

II.4.2. Stratigraphie :

La série stratigraphique et les formations géologiques essentielles du bassin versant d'oued El Abiod sont les suivantes (Boukoucha abdelaziz (2020)).

II.4.2.1. Crétacé :

- Campanien inférieur : alternance de calcaires et de marnes, présent au centre de la retenue.
- Campanien supérieur : schistes et marnes schisteuses constituant un niveau imperméable.
- Maestrichtien : calcaires cristallins constituant la fondation du barrage.

II.4.2.2. Miocène :

Ce sont des poudingues et des alternances de marnes, grès, marnes gypseuses, rencontrés en amont du barrage.

Cette première série lithologique est surmontée en disconcordance par des formations plus récentes appartenant essentiellement au Miocène et au Pliocène caractérisées par des conglomérats, des argiles et des sables. Ces dernières se localisent surtout vers le Sud du bassin versant (**Boukoucha abdelaziz (2020)**).

Théoriquement, la répartition lithologique du bassin versant d'Oued El Abiod montre des zones à érodibilité moyenne à faible au nord, et d'autres secteurs à érodibilité forte au sud en raison de la lithologie favorable qui coïncide avec l'absence du couvert végétal, ce qui favorise un ruissellement violent et donc l'érosion sera plus ou moins importante. Pour une meilleure évaluation des risques qui menacent notre bassin versant, on a opté pour la division de ce dernier suivant les caractéristiques dominantes et leur influence sur le comportement du bassin versant.

Tableau II.3. Les caractéristiques des matériaux du bassin versant (Boukoucha abdelaziz (2020)**)**

Formations	Résistance à l'érosion	Perméabilité
Calcaire fissuré	Très résistant	Perméable
Dolomie	Très résistant	Imperméable
Grés	Très résistant	Semi-perméable
Calcaire-gréseux	Résistant	Semi-perméable
Calcaire-marneux	Résistant	Semi-perméable
Quaternaire	Résistance moyenne	Perméable
Marne	Non résistant	Perméabilité faible
Galets	Résistance moyenne	Perméable
Graviers	Résistance moyenne	Perméable
éboulis	Résistance moyenne	Perméable

Le fait remarquable dans ce contexte, c'est l'inexistence d'une formation géologique prédominante sur le bassin versant d'Oued El Abiod.

Conclusion

Le Barrage **FOM EL GHERZA** est considéré parmi les enceints barrages en l'Algérie ,il joue un rôle primordiale vis-à-vis l'alimentation en eau potable ainsi pour l'irrigation dans le domaine de l'agriculture dans la région de SIDI OKBA et les régions mitoyens .

La capacité de ce barrage dans les premiers temps de son exploitation a été de **$47 \times 10^6 \text{ M}^3$** , alors qu'elle est devenue **$14,89 \times 10^6 \text{ M}^3$** en 2004, par conséquence on remarque qu'il y a une baisse au point de vue capacité et cela du a plusieurs anomalies :

- principalement le phénomène néfaste pour tous les barrages qui est le phénomène **d'envasement** (l'accumulation de la vase après les crues) tout en négligeant la solution pour ce problème notamment le curage du bassin qui est coûteuse au point de vue économique.
- Les fuites d'eau à travers les fissures qui apparaissent au niveau des conduites d'adductions.

A cause de ces problèmes dits ci-dessus que ce barrage ne peut pas être rempli complètement.

Pour faciliter la tâche a préconisé des solutions technico-économique et fiable pour résoudre le problème des fuites d'eau dans les conduites d'adduction quand va les entamer dans le chapitre qui suit , nous avons fait des études sur des propriétés naturelles et climatiques de la région ainsi que des études géographiques et géotechniques sur le site du barrage .

.

Chapitre III

Introduction :

La prise d'eau un ouvrage qui permet de puiser l'eau d'une rivière d'un lac ou d'un réservoir. La quantité d'eau prélevée dans un cours d'eau ne doit pas dépasser 20% du débit d'étiage de récurrence 2 ans calculé sur 7 jours consécutifs (Q-2-7) afin de préserver la vie dans le cours d'eau ainsi que les autres usages de l'eau susceptibles d'être affectés par le prélèvement d'une quantité d'eau dans cette optique on devra en particulier tenir compte des autres prises d'eau susceptibles d'exister tant en amont qu'en aval.

. Dans ce chapitre, nous examinerons quelques diagnostics de réhabilitation de prise d'eau de du barrage Fom El-Gherza



Figure. III.1 le état actuel du barrage (juin 2022)

III.1 la prise d'eau du barrage Fom El-Gherza

Les trois prises d'eau sont situées dans une tour déni cylindrique accolé à l'amont du plot central. Cette tour est séparée du barrage par joint sans épaisseur dont l'étanchéité est assurée par une lame de cuivre en Z.

- Les prises sont calées respectivement aux cotes 160.75 - 178.25 et 188.25. Elles permettent de dériver un débit de 4 m³/s.



FigureIII.2.la conduite de prise d'eau (juin 2022)

- Une grille fine allant de la cote 157.25 à cote 203,25 s'appuie sur des poutres en béton faisant corps avec la tour de prise d'eau.
- Les vannes de prise sont des vannes wagon en tôle et profilés, soudées, largeur 0,82 mètre, hauteur, 1,50 mètre (pour pertuis de 0,60 X 1.4). L'étanchéité est assurée par des caoutchoucs en note de musique fixés sur le tabliers.
- Les organes de roulement du tablier sont constitués par 14 galets en acier notés sur bagues en bronze, en acier inoxydable, graissage accessible après remontée de la vanne sur le plancher de visite situé à la cote 195.95.
- Les organes de manœuvre de chaque vanne sont constitués par un cric à crémaillère de dix tonnes de force utile commande à main un mouflage tablier et deux poulies de renvoi
- Les vannes sont actionnées depuis la chambre de manœuvre située dans le plot central à **la aval** du barrage à la cote 198.25 dans cette même chambre se trouvent les
- On accède à la chambre de manœuvre par une trappe située sur la crête du barrage

La partie inférieure du puits de prise d'eau et la traversée du barrage jusqu'à la galerie inférieure est blindée au moyen d'un coude convergent formant coffrage perdu et se terminant à l'aval par une bride sur laquelle est recordée la conduite forcée (**MONOGRAPHIE DES GRANDS BARRAGES P30**)

III.1.2 la conduite forcee



Figure. III.3.conduite forcee (juin 2022)

La canalisation qui relie la tour de prise d'eau à l'usine hydro-électrique a 165 mètres de longueur et $\varnothing$ intérieur de 0.95 mètres son entretien incombe à E.G.A.

Cette canalisation emprunte la galerie de 3X2050 mètres aménagée dans la route à la cote 154.75 elle est ancrée sur des massifs en béton armé

Il n'a pas été prévu de vanne papillon de sécurité en tête de cette conduite. La sécurité réside dans une surépaisseur de la conduite 8m/m.

Les réparations éventuelles sur la conduite seront effectuées en fermant les vannes de prise dont les fuites seront évacuées par un collecteur spécial piqué sur la conduite. (MONOGRAPHIE DES GRANDS BARRAGES P31)

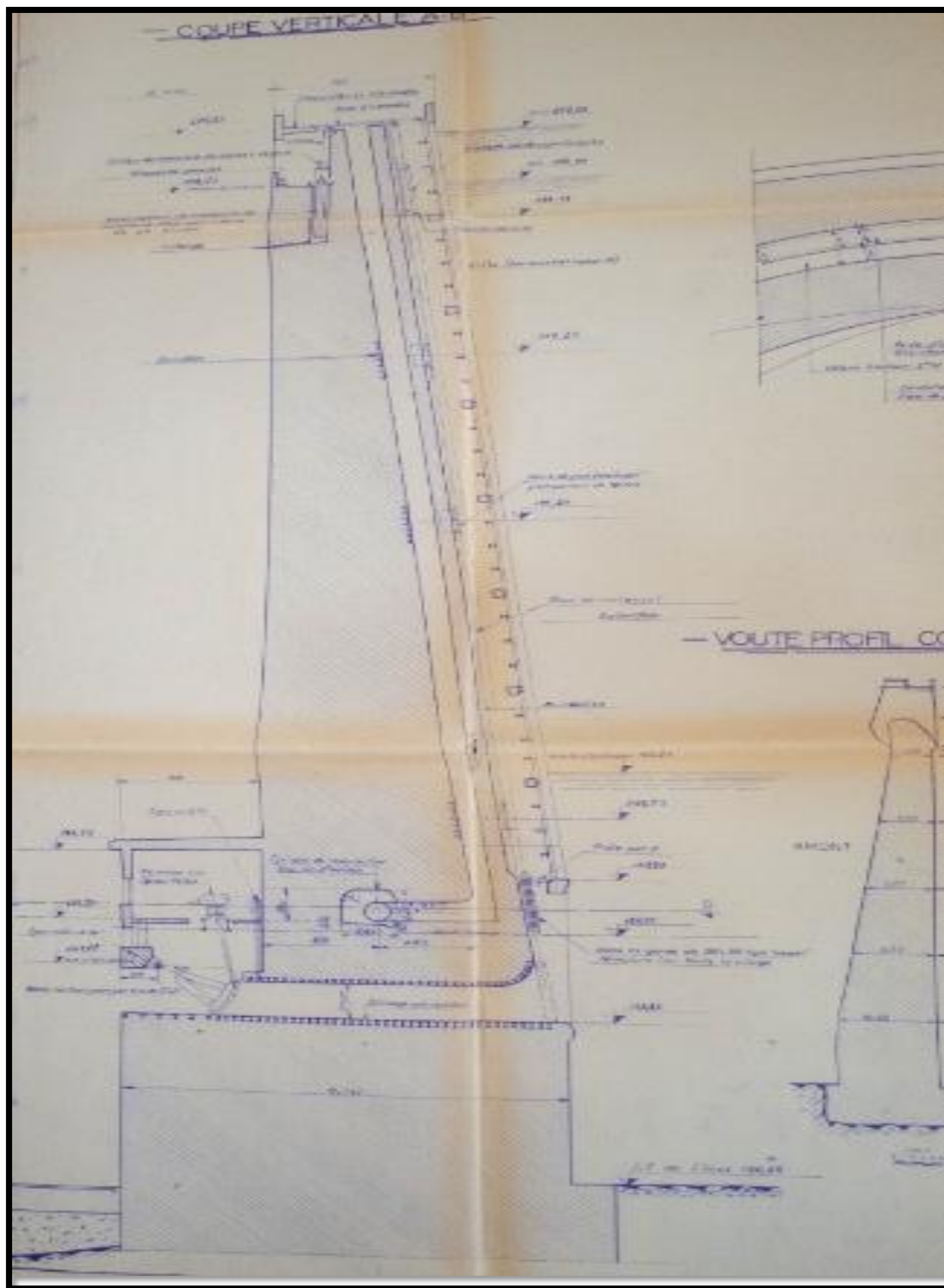


Figure. III.4. plan de prise de barrage

III.2 la raisons de la détérioration de prise d'eau du barrage Foum El-Gherza

III.2 .1 le problème de dérivation

Aucune mesure du débit de charriage n'était disponible mais une visite au site a permis d'identifier la granulométrie de particule à partir de laquelle une valeur annuelle de **32 million** Tonnes a été calculée quelques échantillons pris lors de relevés antérieurs permettaient d'évaluer la charge en suspension à **140000** tonnes par an il ya de plus des débris flottants tels les enveloppes de riz feuilles herbes et petites branches jusqu' à des La rivière ne présente pas de concentrations de chute ou un barrage pourrait être construit avec de l'espace en aval pour des pièges à sédiments les sites du barrage de dérivation et de sortie de canal de fuite ont donc été choisis en vue d'obtenir la plus haute chute avec les tunnels les plus courts.

Le site retenu pour le barrage de dérivation se trouve à une fourche de la rivière ou il y aurait assez d'espace pour permettre des dérivation se trouve à une fourche de la rivière

Ou il y aurait assez d' espace pour permettre des dérivations temporaires ainsi que les manœuvres de l'équipement de construction la pente de la rivière en amont est relativement faible et elle assure une petite retenue ayant un volume de stockage de **32000000 m3**

Ce site présente cependant les désavantages suivants

- un niveau d' eau aval élève qui réduit la chute hydraulique en période de crue de part et d'autre du barrage de dérivation à environ 1 m
- une voie ferrée longeant la rive droite de la rivière qui limite la hauteur du barrage
- l'ingénieur a donc du faire face au problème de mise au point d' un concept qui
- éviterait que les matériaux charries par la rivière entrent dans la prise d'eau
- comprendrait un ouvrage qui ne remonte pas le niveau de crue de plus d'un mètre au – dessus de crue naturel
- assurerait un moyen de passage en aval des sédiments charries par la rivière
- comprendrait un ouvrage qui n'exige pas de dessaleur ceci s' avéra une tâche difficile qui exigeait l' utilisation d' eau ont été essayées avant de parvenir à un concept respectant toutes les exigences

III.2 .2 les transportés solides

Les transportes solides est l'un des problèmes les plus importants qui conduisent à la détérioration des prise d'eau du barrage Foum El-Gherza

- les matériaux solides entrant dans le barrage contiennent des matériaux argileux ce qui peut avoir un effet négativement le béton de conduite ainsi que le blocage continu des pompes.
- Les matériaux solides est solides entrant dans le barrage contiennent des matériaux sulfates qui sont l' une des raisons les importantes qui ont l'érosion du béton interne des conduite
- Les restes d'animaux et de plantes et les pierres sont parmi les raisons qui conduisent à l'endommagement des grille de protection et au colmatage des pompes



Figure. III.5. 'Oued El Abiod (juin 2022)

III.2.3 la méthode de conception de conduite de prise d'eau du barrage Foum El-Gherza

La méthode de conception des conduites des prises d'eau du barrage foum el-gherza est un obstacle majeur pour les agents de maintenance de l'agence nationale de gestion des barrages

- Les conduites sont un tunnel en béton armé les dimensions internes des conduites ne permettent pas l'entrée des ouvriers pour effectuer le processus d'entretien et de réhabilitation
- La difficultés à diagnostiquer les différentes pannes ainsi que le retard dans le processus d'intervention pour effectuer les travaux de maintenance car des conduites

sont un tunnel couvert.



Figure. III.6. la conduite de prise d'eau du barrage(juin 2022)

III.2.4 le manque d'institutions nationales qualifiées pour effectuer les travaux d'entretien et de réhabilitation de barrage

Le manque d'institutions nationales qualifiées et spécialisées pour mener à bien les travaux complexes liés à la réhabilitation des barrages est l'une des raisons les plus importantes qui ont conduit à la détérioration des barrages algériens en général et du barrage Foug El-Gherza En particulier parce que la recherche d'institutions étrangères nécessite des démarches administratives de longue haleine ce qui entraîne une augmentation des dégâts au niveau du barrage

III.2.5 les indicés climatiques

L'embouchure de la zone de Foug El-Gherza est caractérisée par des températures élevées surtout en été qui dépassent 40° ainsi que les rafales de vent au printemps ces indices climatiques contribuent grandement au blocage et fendage des conduites des prises d'eau de barrage.

III.2.6 propriétés chimiques de l'eau des oueds el Abiod

Grâce à notre analyse des éléments chimiques de l'eau uniforme dans le bassin versant du barrage de Foug-el-gherza il a été constaté qu'il existe des substances agressives qui ont un effet direct sur les pompes des prises d'eau parmi ceux-ci nous retrouvons Calcaire-gréseux et Calcaire-marneux ces substances provoquent l'interne des pompes

III.3.la soulissatione propose

Grace à notre visite sur le terrain de barrage foug el-gherza nous avons remarque que les conduites de pries d'eau ne sont pas fonctionnels ce qui nécessite une réhabilitation et après en avoir discute avec le gestionnaire du barrage il a été constate que le processus de réhabilitation de ce conduites nécessite une main-d'œuvre qualifiée particulières qui ne sont pas disponibles sur le marche national

- **AVIS D'APPEL D'OFFRES NATIONAL**

Code : 01/2019

ANBT - Agence Nationale des Barrages et Transferts lance un avis d'appel d'offres National pour :

Titre : TRAVAUX DE RÉHABILITATION ET RÉNOVATION ET RENFORCEMENT DISPOSITIFS D'ACTUALISATION DES BARRAGES EN EXPLOITATION

Lots :

REGION EST

Lot N° 01 Mexa, cheffia, Ain Dalla, Oued Cherf, Hammam Debagh, Zit M Emba Lot W 02 Fom El Gueiss, babar, Koudiat Medouar, Fontaine Des Gazelles, foug el gherza Lot N° 03 Zardezas, Guenitra, Ben1-2M, Oued Athmania, Hammam Grouz, K'Sob

REGION CENTRE

Lot N° 01 Tichy-Haf, Taltsebt, Lekhal, Beni-Amrane, Hamiz Lot N° 02 Ladrat, Bouroumi, Boukourdane Lot N° 03 Deurdeur, S M Ben Taiba, Oued Mellouk Oued-Fodda, MM - Yacoub

REGION OUEST

Lot N° 01 Hammam Boughrara, Beni Bandel, Mcffrouch, Sidl Abdelli, Sarno Lot N° 02 Fergoug, Bou-Hanifia, Ouizert, Gargar, Kerrada, Prise chélif Lot N° 03 S.M.B.A, Merdja-S-Abed, Balchadda, Dahmouni, Col Bougara, Koudiat Rosfa, Brezina

VISITE DU SITE Le service contractant organisera des visites obligatoires; le soumissionnaire doit visiter les barrages suivants : Fontaine des gazelles, K'sob, Tichy Haf, Taksebt, Béni Bandel et SM BA. La visite des barrages doit être Justifiée par une attestation délivrée par le service contractant. L'appel d'offres national ouvert avec exigences de capacités minimales s'adresse aux entreprises ou groupements d'entreprises nationales répondant aux conditions et critères d'éligibilité suivants :

a)- ENTREPRISE SEULE :

Tout soumissionnaire, intéressé par le présent avis, retirera le dossier de cahier des charges au niveau :

La date limite des dépôt des offres est fixé au

Les soumissionnaires intéressés par l'appel d'offres peuvent retirer le cahier des charges, contre le paiement non remboursable de la somme de :

Parution le : 2020-01-07 Dans Horizons

Secteurs d'activités de l'annonce :

[72160000] - Travaux hydrauliques - Hydraulic construction services[83101504] - Travaux de construction et rénovation de structures de distribution d'eau et d'égouts (Hydraulique) - Water and sewer utilities (Hydraulics) construction and maintenance service(ANBT)

Pour cette raison l'autorité nationale de gestion des barrages a lance un appel d'offres international qui comprend une étude et la réhabilitation des conduites des prises du barrage foun el-gherza

Et nous à notre tour donnerons un aperçu de la manière de réhabiliter ces conduites selon les normes techniques en vigueur dans le monde

Vue la dégradation avancée de l'ouvrage (tour de prise) du barrage on propose d'bondonné de finitivement cet ouvrage et de reconstruire un autre jesk à cote de ce dernier et sur l'axe de le galerie d'amené

Pour la reconstruction d' autre tour de prise et le barrage et en service entant qui la ingénieur concepteur on propose deux variantes

III.3.1.la variantes N 1

On porcidé à la déviation d'eau pour isole la tours de prise de l'existe d'eau pour isole la tours de l' existe d'eau

- **reconstruire un autre tour de prise** mais cet méthode son inconvenion est plus que l'avantage car au point de vu économique ca vai coute plus chère et en point de vu technique il ya un risque pour la stabilité de la barrage

Pour rappel, L'ouvrage de prise est un ouvrage de forme rectangulaire en plan, arrondi dans lapartie face à l'écoulement pour diminuer son effet. L'ouvrage en partie basse (sous le Niv 160.75) est composé de radier et de voile, avec quatre (4) réservations de chaque côté pour l'alimentation en eau. La partie face à l'écoulement est une partie massive. Au-dessus du

niveau 188.250 dans la partie face à l'écoulement, la structure est composée toujours de voile avec un remplissage de gros béton pour assurer le lestage

III.3.1.1 HYPOTHESE DE CALCUL

La définition des hypothèses de calcul a été une étape très importante faisant l'objet de l'établissement d'un document de référence à partir de la norme Eurocode 2 partie 1-1 à partie 1-7. Notre document de référence d'hypothèse reprend textuellement le contenu de la norme et chapitre par chapitre, nous validons les hypothèses applicables à notre cas d'étude et fixons données qui y sont liées et contrairement nous effaçons les hypothèses non applicables.

Les résultats de ces travaux sont présentés ici :

III.3.1.2 matériaux

Pour un béton de fondation superficielle et élévation en contact durable avec l'eau pour une catégorie RSI II, les caractéristiques sont les suivantes :

III.3.1.2.1. caractéristique du matériaux

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition	Classes de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de durabilité(1) (2)	Nature du ciment vis-à-vis de la durabilité	Caractéristiques complémentaires du ciment vis-à-vis de la durabilité	Eeff/Leq vis-à-vis de la durabilité(8)	Caractéristiques complémentaires(3)
Béton de propreté							
Radier béton de blocage sous radier	XC2 XF1 XA1	C30/37	330Kg CEMI ou CEMII42.5		PM ou ES (10)	0.50	RAGB Bs Cs

Béton et béton armé 2.5t/m³

Eau fluviale 1t/m³

Matériaux de remplissage 2t/m³

Béton **fc28=** **30MPa**
 fc28= 0.6+0.06.fc28
 fc28= 2.40MPa
 δb limite= 18 Mpa

III.3.1.3 sol et nappe phréatique et enrobage

- **Sol**

Les sondages effectués au niveau de la prise indiquent que le substratum rocheux est rencontré à partir de -1 m par rapport au fond du fleuve, la couverture alluvionnaire étant de 0,60 à 1.00 m

- **Enrobage**

Pour les ouvrages de contenance et soumis aux embruns, l'enrobage est de 5 cm aux parois intérieures et extérieures exposées.

METHODE DE DIMENSIONNEMENT :

Le dimensionnement est fait en deux étapes d'abord la modélisation des éléments externes voiles et radier sur EFFEL STRUCTURE, puis la note de calcul et plan du ferrailage à la main suivant la norme EUROCODE 2 sauf le radier qui est fournie directement par la modélisation en raison la bonne portance du sol . Ensuite le dimensionnement des éléments internes dalles, poteaux sont calculés manuellement par la méthode probabiliste suivant l'EUROCODE 2

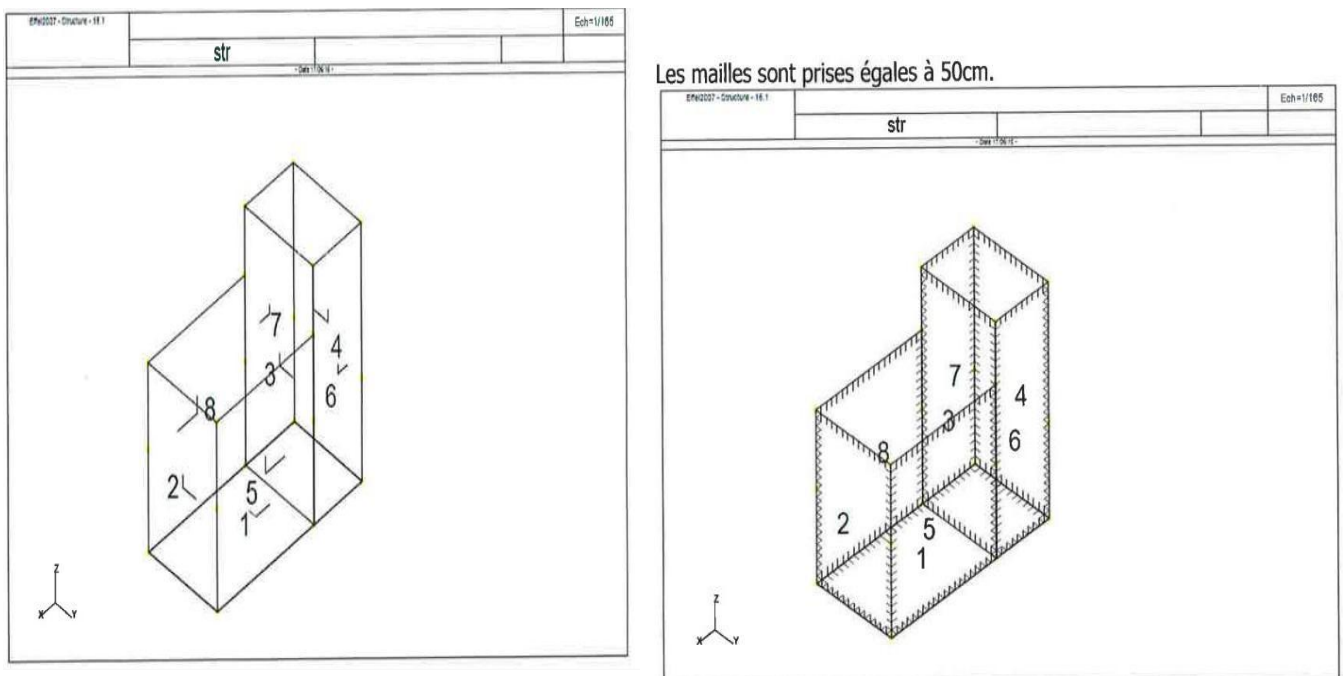


Figure. III.7. : Modélisation de l'ouvrage sur EFFEL

III.3.2.la variantes N 2

On procède a un système de blindage cylindrique de rayon adéquat pour faire isole l'eau du lieu de travail et L'accès depuis la berge aux parties d'ouvrages situées dans le lit mineur, est réalisé par lacréation d'une piste sur remblai en gabion longeant le tracé de la conduite et contournant l'implantation de l'ouvrage de prise d'eau.

La digue est en barrage en terre homogène et comportent une digue d'accès de 650 m de long et une digue de protection des eaux encerclant la tour servant de plateforme pour faciliter la construction de ce dernier.

III.3.2.1.conception géométrique

- **Hauteur de la digue :**

Cote de la crête : Cote étiage + revanche = 319,00 m

Cote de fond : 314.5 m

- **Hauteur maximale de la digue = 4.5**

Largeur en crête : 19m pour prendre en compte l'espace nécessaire pour l'approvisionnement et la pose des canalisations.

- **Largeur en base :**

- Talus amont = talus aval : $m=2$

- Largeur en base $Lb = lc + (m_{amont} + m_{aval}) * Ht = 37m$

- faire un pompage pour dégager l'eau de l'intérieur de blindage qui se trouve à cote de l'intérieur du tour de prise et sur la Falerie de prise d'eau
- préparer la fondation de l'ouvrage dans le système de blindage
- réalisation de la fondation avec un béton spéciale
- utilisation d'améliorants pour béton lors de la réalisation des travaux
- sûreté ration de l'ouvrage avec un grue fixe sur le blindage et l'approvisionnement du bétonné sera fait avec un matériel

III.3.3 recommandations et directives pour la gestion des travaux de suivi et d'entretien du barrage

Pour éviter la récurrence de la détérioration des prise d'eau du barrage après la réalisation du processus de réhabilitation une de gestion des travaux d'entretien spéciaux doit être mise en œuvre conformément au programmes et méthodes internationaux

III.3.3.1.cote humain

- organiser des stages de formation pour les agents de maintenance afin d'améliorer le niveau et suivre les évolutions récentes dans le domaine de la gestion
- obliger l'entreprise étrangère chargée des travaux de réhabilitation à constituer des cadres nationaux lors de l'exécution des travaux
- s'appuyer sur une main d'œuvre qualifiée notamment du cote technique et professionnel
- fournir une d'œuvre suffisante pour effectuer les travaux de surveillance et de maintenance tout en fournissant les moyens et fournitures.

III.3.3.2.cote matérielle

- fournir les moyens matériels nécessaires à la réalisation des travaux de maintenance quelle que soit leur nature
- acquisition de matériel de travaux publics pour réaliser des travaux de maintenance complexes
- entretenir l'équipement désigné pour le processus d'entretien à utiliser aussi souvent que nécessaire

III.3.3.3.cote gestion

- répartition des tâches aux travailleurs selon la spécialisation et les capacités personnelles
- adaptation des rôles de coordination entre travailleurs
- prévision des pannes afin d'effectuer les travaux dans les délais
- fournir les moyens financiers nécessaires tout au long de l'année
- élaboration des cursus et plans de réalisation des travaux d'entretien selon la nature et la qualité des travaux
- coordination permanente et continue entre les différentes équipes d'intervention et de maintenance
- se tenir au courant des nouveaux développements dans le domaine de la gestion des installations techniques
- l' utilisation des expériences étrangères dans le domaine de la gestion et leur application conformément aux normes exigences locales
- tendre la main aux universités et instituts qui souhaitent mener des recherches scientifiques sur le barrage afin de bénéficier de ces recherches pour améliorer et développer la rentabilité du barrage

Conclusion :

Dans le but d'atteindre l'objectif tracé pour la résolution du problème des fuites a travers les conduites d'adduction du barrage toute en procédant a des méthodes précises et adéquats a cette situation .

Il faut faire une opération d'expertise méticuleuse pour chercher les causes de cette dégradation qu'a connue ces conduites .Dans ce chapitre on a étudié ces causes que ce soit due aux phénomène climatique , naturelle ou humaine .

Par conséquence on a essayé avec notre savoir faire et avec les notions qu'on les a acquits au cours de notre parcours d'étude ou professionnel a donné des solutions et des recommandations qu'on les vois essentielles et primordiales pour les réalisés et les concrétisés sur site pour sauvegarder et augmenter la longévité des conduites d'adduction et l'ouvrage du barrage .

Conclusion générale

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans cette étude nous avons traité le diagnostic du processus de réhabilitation de prise du barrage foug - el-gherza ou avons-nous étudié les abords du barrage d'un point de vue naturel climatique et même historique à travers lesquels nous avons montré le rôle effectif du barrage foug –el-gherza à travers le quel nous avons découvert le rôle effectif de la population et des océans agricoles pour l'eau potable et l'irrigation agricole.

Et en diagnostiquant la position des prises d'eau du barrage que n'est pas un travail qu'il faut réhabiliter ce problème est parmi les principales raisons qui ont conduit au faible niveau de barrage d'un pourcentage 68% de la capacité de charge du barrage qui est estimée à 32 millions de m³ pour remédier à la situation l'agence nationale de gestion des barrages a lancé un appel d'offres national et international comprenant une étude et la réhabilitation des prises d'eau du barrage de foug –el- gherza.

Le manque d'expérience et de main-d'œuvre qualifiée est l'une des raisons de solliciter l'aide d'une expertise étrangère pour mener à bien un processus de réhabilitation de prise du barrage de foug –el- gherza cependant nous sommes tournés vers la présentation de deux propositions pour le processus de réhabilitation et de quelques conseils et orientations dans le domaine de la gestion et de la manière de développer les moyens matériels et humains pour suivre le rythme des évolutions de l'exploitation des installations techniques dans le domaine de hydraulique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ANBT**, Agence Nationale des Barrages et Transferts, Biskra Algérie.
- **Aidoudi L**, (2012).Etude de bilan Hydrologique de La retenue du barrage Foug El-gherza Mémoire de fin d'étude de Magister ,Faculté de science Technologie département d'Hydraulique et Génie civile université Mohammed khaidir Biskra, Algérie.
- **Boukoucha abdelaziz** (2020)étude d'évolution de l'envasement dans le barrage de foug Elgherza Biskra mémoire master département de hydraulique et génie civile Université de el oued
- **ANRH** Agence Nationale de Ressources hydraulique
- **MONOGRAPHIE DES GRANDS BARRAGES P30**
- <https://www.fao.org>