

I-Généralités, statistiques, rôles et ruptures

**I-1- Généralités sur les barrages****I-1.1- Définition :**

Un barrage est un ouvrage hydrotechnique implanté sur le cours d'eau d'un bassin versant pour accumuler et stocker totalement ou en partie les eaux de ruissellement derrière un mur qui délimite la sortie d'une cuvette dont le volume dépend de la topographie du terrain en amont, en vue de la restituer à des utilisations diverses.

I-1.2- Historique et Statistiques des barrages:

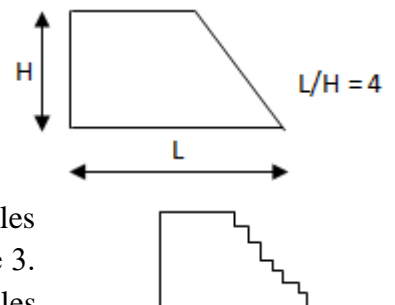
On rappelle que par barrage, on entend toute structure en travers d'un cours d'eau ou fermant une dépression, ayant pour but de retenir de l'eau soit pour la stocker pendant une durée fonction de la finalité, et/ou de créer une chute.

Le plus ancien barrage à été construit en Egypte voici plus de 4000 ans avant Quoi qu'on n'ait pas pu déterminer exactement les proportions de cet ouvrage ruines d'autres barrages construit à la même époque indique que le rapport c largeur de la base à la hauteur était de l'ordre de 4 ($L/H = 4$).

* Les romains ont perfectionné les techniques de réalisation des barrages et les ouvrages qu'ils ont réalisé présentent des rapports L/H plus réduit et de l'ordre de 3. Ces ouvrages n'étaient pas cimentés, ce qui limitant leur hauteur à des faibles valeurs. Mais bientôt les constructeurs ont utilisé des maçonneries cimentées d'abord

à l'argile, puis à l'aide d'un mortier à la chaux. De nombreux barrages de ce type furent construits en Espagne au XVI^{ème} et XVII^{ème} siècles. Leur hauteur avoisinait 20 ou 30 mètres. Leur profil se rapprochait plutôt du rectangle avec un parement amont vertical et parement aval en gradins (exemple : barrage ; d'Alicante 1500, Puentes 1790, Grijar 1850. C'est vers 1855, que l'on établit que le profil rationnel devrait se rapprocher du triangle.

La description qui va suivre s'appuiera pour en raconter l'histoire sur la notion de grand barrage. Celle-ci s'est imposée au début du XX^e siècle alors qu'augmentaient leur nombre et leur hauteur. Dans le cadre d'échanges internationaux toujours plus denses facilités après 1880 par le développement des moyens de transport, la commission internationale des grands barrages fondée en 1928 coordonnait les expériences et les réflexions

**Figure I.1**

des ingénieurs ayant à construire des ouvrages de plus en plus importants. C'est vers 1935 que la notion de grand barrage s'est affirmée. D'après la Commission internationale des grands barrages (CIGB), tout ouvrage de plus de 15 m de haut au-dessus de la surface générale des fondations est considéré comme «grand barrage » ainsi que tout ouvrage dont la hauteur serait comprise entre 10 et 15 m et présentant des caractéristiques particulières : grand réservoir, évacuateur de crues important, etc. Dont un registre mondial des grands barrages a été établi, ce qui permet de disposer d'un outil statistique.

Il existe plus de 45000 grands barrages dans le monde. Les quatre pays constructeurs de barrages en comptent les trois quarts : 45% en Chine, 14% en Etats unis, 9% en Inde, 6% en Japon et la France avec 569 grands barrages, soit 1% du total mondial (Etat 2007). Parmi les grands barrages dans le monde on peut citer :

Tableau n°01 : Quelques grands barrages dans le monde

Type du barrage	Nom du barrage	Pays	Hauteur (m)	Années de mise en service
Barrages-poids	- Grande-Dixence	Suisse	285	1961
	-Bahkra	Inde	225	1963
	-Grande Coulée	USA	168	1942
	- Trois-Gorges	Chine	147	1968
	-Izvorul montaler	Romanie	127	1961
	-Krasnogorsk	Ex URSS	124	1967
	-Génissiat	France	104	1948
	- Beni Haroun	Algérie	120	2003
Barrages Voûtes et MV	-Monvoisin	Suisse	237/250	1957/1991
	-Veriont	Italie	262	/
	- Luzzone	Suisse	225	/
	-Tignes	France	180	1952
	- Al cendra	Espagne	198	1970
	-Karun (I)	Iran	200	1970
	- Kölnbrein	Autriche	200	1977
	- Inguri	Géorgie	271.5	/
	-Strastra-Redding	Californie	180	/
	-Santa-Guistina	Italie	152.5	/
- Flaming Gorge	USA	153	/	

I-2- Rôles et ruptures des barrages

I-2.1- Rôles des barrages

Les barrages ont plusieurs fonctions, dont le but principal est l'accumulation, leurs constructions est détectées par nécessité, soit pour : irrigation, AEP, industrie, production d'énergie électrique, protection contre les crues, pisciculture, navigation ou autres (dilution des eaux usées, protection contre le charriage et l'envasement « barrage de décantation » ex : barrage Boughzoul situé en amont du barrage Ghrib).

Suivant leur rôle, les ouvrages hydrauliques peuvent être des ouvrages de retenue (Digue, prise d'eau, évacuateur et bassin de dissipation), des ouvrages de transport d'eau (canaux, conduites et galerie), ou des ouvrages spéciaux.

Les déversoirs, les ouvrages de dissipation d'énergie, les galeries et les vannes, forment les ouvrages annexes du barrage.

Un barrage comporte le plus souvent un **massif** constituant le **corps** du barrage encastré sur fond et les berges du cours d'eau. Il est fréquemment complété par des parties mobiles, presque toujours métalliques, mais de dimensions et de dispositions très diverses, qui servent à régler l'écoulement des eaux.

Les ouvrages de retenues (barrages) peuvent être classés comme suit :

A- Ouvrages de retenue à niveau constant :

Se sont des barrages de faible hauteur de dérivation ou de prise d'eau, qui détournent seulement une partie de débit dans un canal ou une galerie, ou des barrages de maintien d'un plan d'eau pour l'exercice des sports, nautique, la réfrigération des centres thermiques.

B- Ouvrages de retenue à niveau variable :

Se sont des barrages d'accumulation, appelés réservoirs, en même temps ils relèvent le plan d'eau pour créer une charge de chute.

Le volume total du réservoir (figure I.2) est divisé en:

a)- Volume mort (V_m) :

C'est le volume au dessous du niveau mort (N_m), qui est destiné à l'accumulation des matières solides du cours d'eau. Il doit assurer la durée de la vie du réservoir. Dans cette condition, on peut déterminer (W_m) et ensuite (N_m) correspondant (figure I.3).

b)- Volume utile (V_u) :

Le volume utile ou exploitable Est utilisé pour la régularisation des eaux afin de satisfaire les besoins en eau. Il est déterminé par le calcul de la régularisation. En plaçant V_u au dessus du volume mort V_m on trouve le niveau normal de la retenue (NNR).

c)- Volume de sur remplissage (V_s) :

C'est le volume entre le niveau NNR et NPHE, ce volume V_s est déterminé par le calcul de la régularisation de crue, il est prévu pour éviter de surdimensionnement des évacuateurs de crues.

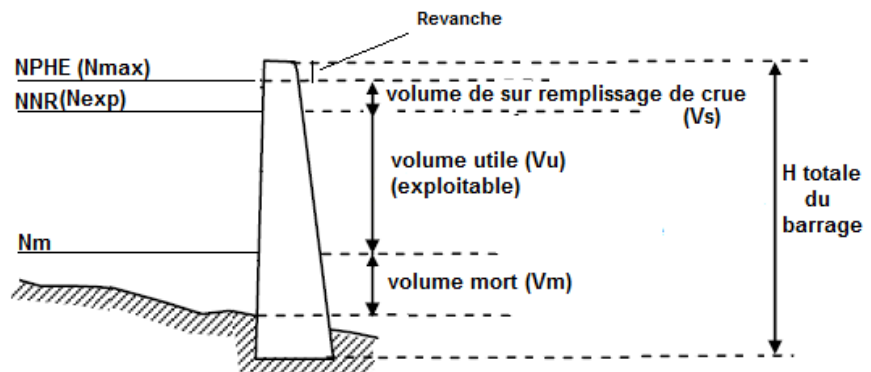


Figure I.2

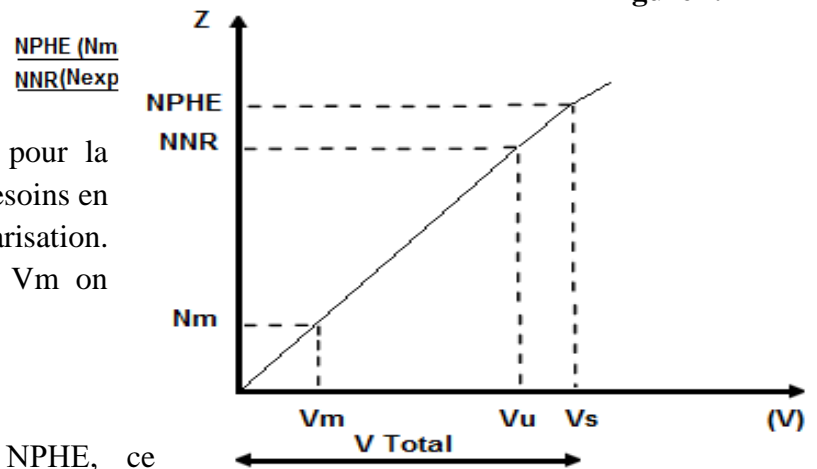


Figure I.3

On pratique, le barrage relève le plan d'eau et produit une courbe de remous (figure I.4)

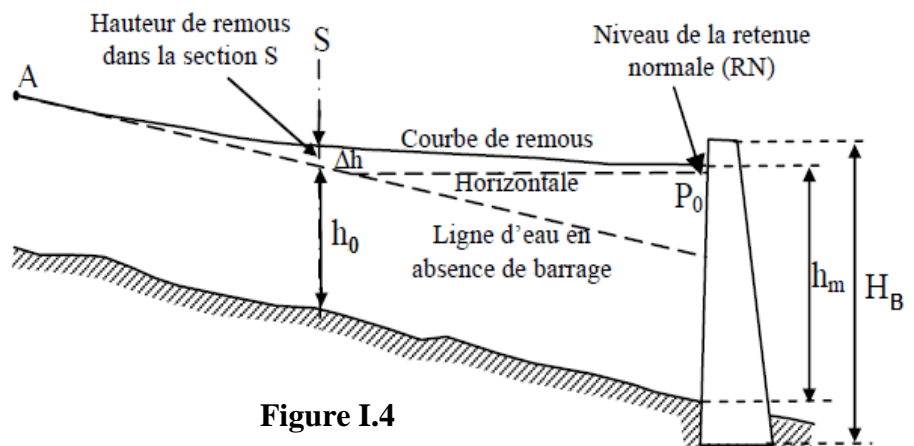


Figure I.4

I-2.2- Ruptures des barrages

Les barrages ce sont des ouvrages hydrauliques, souvent importants, très complexes du point de vue de leur conception, leur réalisation, de leur exploitation et qui nécessitent un entretien soutenu et soigné.

En effet la ruine partielle ou totale d'un tel ouvrage se traduit toujours par une catastrophe, la plupart du temps nationale. On peut citer quelques catastrophes mondiales connues : (Malpasset : *le 2 décembre 1959 le barrage se rompt par rupture de la fondation au terme de son premier remplissage accidentel, retardé pour des problèmes d'expropriation de terrain dans la retenue. Il y eut 421 morts et des dégâts matériels considérables*), (Eder ..., etc.) et la ruine du barrage de Fergoug en Algérie.

Donc le barrage nécessitant l'appel à plusieurs techniques et surtout à une très grande expérience.

1-2.2.1- Les Causes de rupture

*** Problèmes techniques**

Des problèmes techniques peuvent entraîner la rupture d'un ouvrage. Ces problèmes peuvent se présenter sous forme, de défaut de fonctionnement des vannes ou bien un défaut de conception dans la construction, de mauvais choix de matériaux, de type de barrage, de la nature des fondations ou encore de l'âge de l'ouvrage. Cependant, l'évolution des techniques de construction rend les barrages modernes beaucoup plus sûrs.

*** Causes naturelles**

Les causes naturelles peuvent être à l'origine de rupture de barrage. Il en est ainsi des crues exceptionnelles d'intensité supérieure à celle retenue pour le dimensionnement des évacuateurs de crues.

Les glissements de terrains, qui peuvent toucher l'ouvrage lui-même dans le cas de barrages en remblai ou les terrains l'entourant. Ils peuvent également provoquer la rupture de l'ouvrage par déstabilisation des talus ou par submersion.

Les séismes peuvent causer des dommages non négligeables sur les barrages et le risque sismique est systématiquement pris en compte lors de la conception des ouvrages, même s'il est peu élevé.

*** Causes humaines**

Les accidents dont l'origine sont humaines peuvent se résumer dans : études préalables non approfondies, contrôle d'exécution insuffisant, erreurs d'exploitation, défaut de surveillance et d'entretien ou encore actes de sabotage.

1-2.2.2-Types de ruptures des barrages.

La rupture est liée à une évolution plus ou moins rapide d'une dégradation de l'ouvrage susceptible d'être détectée par la surveillance et l'auscultation. Les barrages en remblai peuvent être touchés par une rupture progressive, causée par un phénomène d'érosion externe ou interne. L'érosion externe est engendrée par des circulations d'eau sur la crête de l'ouvrage.

Le phénomène peut durer quelques minutes à quelques heures selon la taille des matériaux, leur cohésion, le revêtement de la crête et la hauteur de l'eau qui s'écoule au dessus du barrage. L'érosion interne correspond à l'entraînement des matériaux au sein du corps de l'ouvrage ou de sa fondation. Elle est provoquée par des percolations excessives à travers l'ouvrage. Le conduit de fuite s'agrandit par érosion jusqu'à provoquer l'effondrement de la structure.

Les barrages en maçonnerie ou en béton sont menacés par une rupture instantanée partielle ou totale, produite par renversement ou par glissement d'un ou de plusieurs plots (Voir tableau n°04 : Exemple des accidents survenus au niveau de quelques barrages).

Tableau n°04 : Accidents survenus au niveau de quelques barrages

N°	Nom du Barrage	Pays	Année de Rupture	Hauteur (m)	Longueur (m)	Volume de Retenue (hm ³)	Cause de la rupture	Nombre de Victimes
1	Blackbrook I	GB	1799	28	160	0.2	T	/
2	Puentes	Spain	1802	69	291	13	M	600
3	Killington	GB	1836	18	250	3.4	T	/
4	Torside	GB	1855	31	270	6.7	T	/
5	Dale Dyke	GB	1864	29	380	3.2	T	-
6	Tabia	Algérie	1865	25	/	/	/	/
7	Cuba	USA	1868	15	/	0.5	/	/
8	Fergoug I	Algeria	1881	33	300	30	M	200
9	Cheurfas	Algeria	1885	42	/	17	M	10
10	Horse Creek	USA	1914	17	5000	21	E/T	/
11	Ogayarindo	Japon	1963	24	100	0.16	T	/
12	Ovcar Banja	Yougoslavie	1965	27	/	3	T	1200
13	Nanak Sagar	Inde	1967	16	19300	210	T	/
14	La Laguna	Mexique	1969	17	675	4.3	T	/
15	Gotvan	Iran	1980	22	710	x	/	200
16	Ruahihi	N Zealand	1981	32	67000	31	E	/
17	Hinds Lake	Canada	1982	12	5200	7500	T	/
18	Tous	Espagne	1982	77	780	50	E	20
19	Embalse Aromos	Chilli	1984	42	220	60	T	/
20	Dibbis (X)	Irak	1984	17	650	50	/	/
21	Noppikoski	Suède	1985	19	175	0.7	T	0
22	Kantale	Sri Lanka	1986	27	2500	135	T	/
23	Mafeteng	Lesotho	1988	23	500	?	T	/
24	Quail Creek	USA	1988	24	610	50	T	/
25	Spitskop	SA	1988	17	760	61	T	0

Les ouvrages hydrauliques présentent trois particularités :

- L'action permanente de l'eau peut entraîner l'usure mécanique, la cavitation des parties des ouvrages en contact avec le courant (pile) et à la rupture de certaine structure.
- La construction d'un ouvrage influe considérablement sur l'environnement par le changement écologique et entraînent une modification du régime naturel de l'écoulement. Dans le cas d'un barrage, cette modification se traduit par une surélévation du niveau en amont et des dépôts de sédiments de plus en plus fins en s'approchant du barrage.

- Les phénomènes d'érosion d'infiltration menacent leur stabilité.

I-3-Ressources en eau en Algérie

Les ressources réelles en eau en Algérie sont en termes de potentialités évaluées à 19.2 Milliard de m³, répartis comme suit :

Tableau n°02 : Répartition des potentialités en eau

Zones	Écoulements de surface Milliards de m ³	Nappes souterraines Milliards de m ³	Total
Zone Tellienne	11.8	1.8	14.2
Hautes plaines	0.6		
Sud	/	5	5
Total	12.4	6.8	19.2

L'analyse de la répartition des potentialités en eau montre une irrégularité au détriment surtout des hautes plaines dont l'insuffisance pluviométrique (écoulement de surface), rejaillit évidemment sur leur part minime dans les 1.8 Milliards de m³ que recèlent les nappes souterraines de l'Algérie du Nord. Le Sahara dont les écoulements de surface sont négligeables car ils sont quasi nuls, offre l'avantage de ses appréciables ressources souterraines (5 Milliards de m³) peu exploitées actuellement, contrairement aux eaux souterraines du Nord qui font l'objet d'une exploitation quasi complète.

Les ressources en eau en Algérie risquent de s'avérer insuffisantes dès l'horizon 2025 face à la croissance de la population et les coûts liés à leur mobilisation vont en s'alourdissant. Rappelons que les potentialités en eau évaluées à 19.4 Milliards de m³ se réduisent en 12.43 Milliards de m³ en termes de ressources réellement mobilisables, en raison des limites techniques et économiques imposées aux possibilités de stockage. Sur les 12.4 Milliards de m³ que totalisent les ressources potentielles en eau de surface on ne peut en effet, en fonction des barrages installés et envisageables, récupérer que 5.7 Milliards de m³.

Pour les écoulements de surface les barrages réalisés à ce jour ne permettent de mobiliser que 2 Milliards de m³. Les ouvrages engagés en réalisation ou programmés pour l'immédiat et le proche avenir permettront de porter le volume des ressources mobilisables à 5.7 Milliards de m³.

I-3.1-Répartition des eaux mobilisables

La répartition des barrages selon les ressources mobilisables est cependant très déséquilibrée au niveau des diverses zones et régions de notre pays. Le tableau n°01 permet de constater que la zone tellienne bénéficie de 94.1% des ressources mobilisables dont disposera le pays.

Tableau n°03 : Ressources mobilisables par les barrages

Régions	Volumes mobilisables
Oran	0.372
Cheliff	1.277
Alger	1.319
Soummam	0.471
Constantine	1.146
Annaba	0.781
S/Total de la zone Tellienne	5.366 Milliards de m³ (94.1%)
Oued Mellegue	0.129
Hodna	0.044
Aurès Nememchas	0.065
Chott Chergui	0.024
S/Total Haut Plateaux	0.262 Milliards de m³ (4.5%)
Sud	0.080 Milliards de m³ (1.4%)
Total	5.708 Milliards de m³

Tableau n°03 : Quelques barrages construits en Algérie

Barrages	villes	Années	Hauteur (m)	Capacité (Mm ³)	Type
Meurad	Cherchel	1854	26	6	Terre
Hamiz	Alger	1879 /1935	50	27	Poids
Cheurfa	Sig	1882/1935/ 1988	37.5	16	Poids
Boughzoul	Média	1932	13.5	50	Terre
Oued Fouda	Chlef	1932	101	228	Poids
Benkhada	Tiaret	1936	60	50	Enrochement
Ghrib	Ain Defla	1939	105	280	Enrochement
Ksob	M'sila	1939	39.8	50	Voûtes Multiples
Beni Bahdel	Tlemcen	1944	73	61	Voûtes Multiples
Bouhnifia	Mascara	1948	99	72	Enrochement
Zerdezas	Skikda	1949	64	14.9	Poids
Foum El Gherza	Biskra	1951	75	47	Voûte
Sarno	Sidi Belabas	1953	34.4	22	Terre
Iril Emda	Setif	1954	75	160	Enrochement
Mefrouche	Tlemcen	1962	32	15	Voûtes Multiples
Erraguene	Setif	1963	82	200	Voûtes Multiples
Cheffia	Annaba	1965	58	170	Terre
Djourf Tourba	Béchar	1969	36	360	Poids
Fergoug	Mohamadia	1871/1935	44	32	Terre
Beni Haroun	Mila				