

CHOIX DU SITE ET DU TYPE DE BARRAGE

Hafid SOUNNY / DAH

www.GenieCivilPDF.com

Choix du site et du type de barrage

- Critères de choix
- Méthodologie

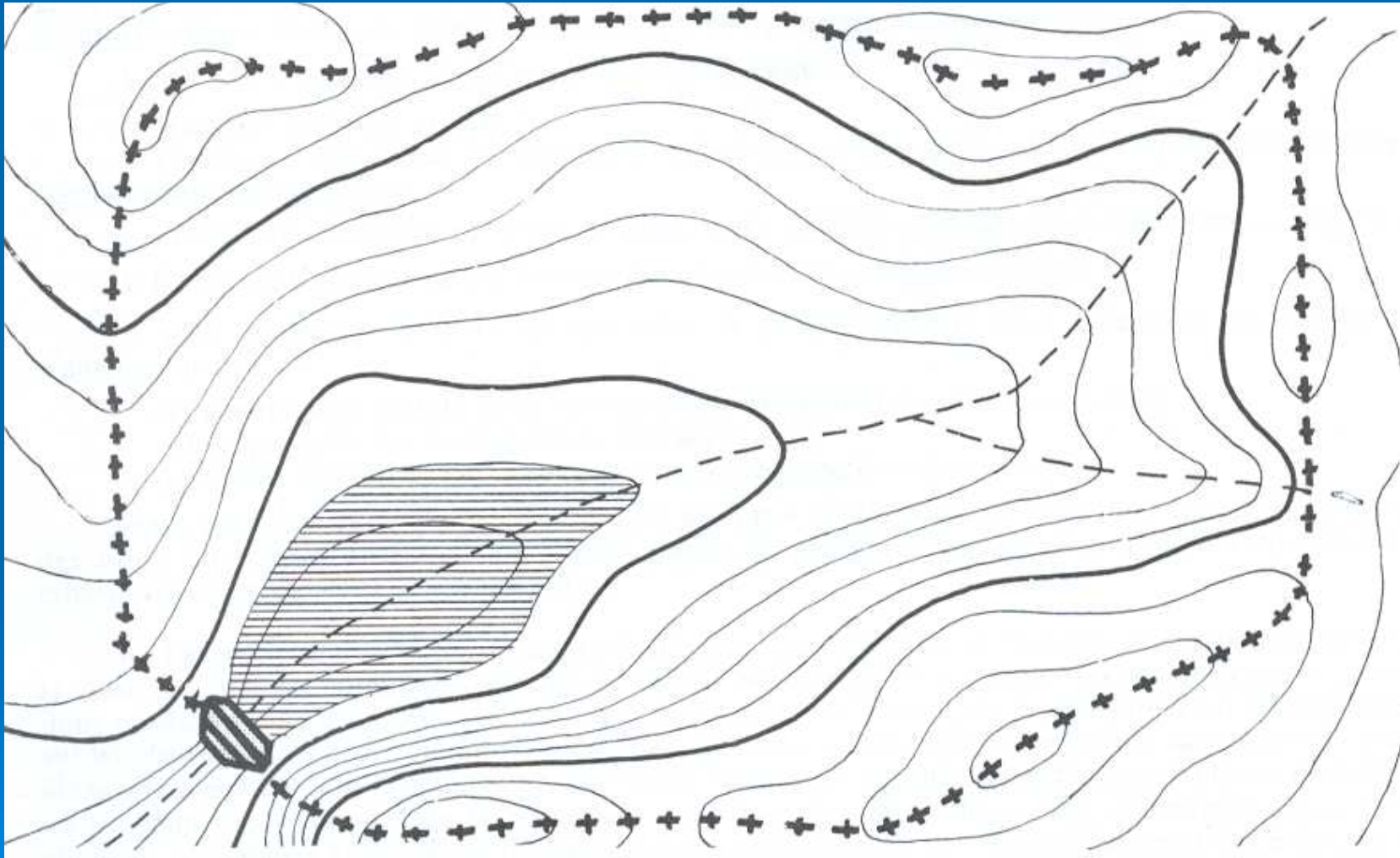
Critères de choix

- Topographie et Apports du BV
- Morphologie de la vallée
- Géologie de la fondation
- Matériaux disponibles
- Régime des crues
- Critère économique

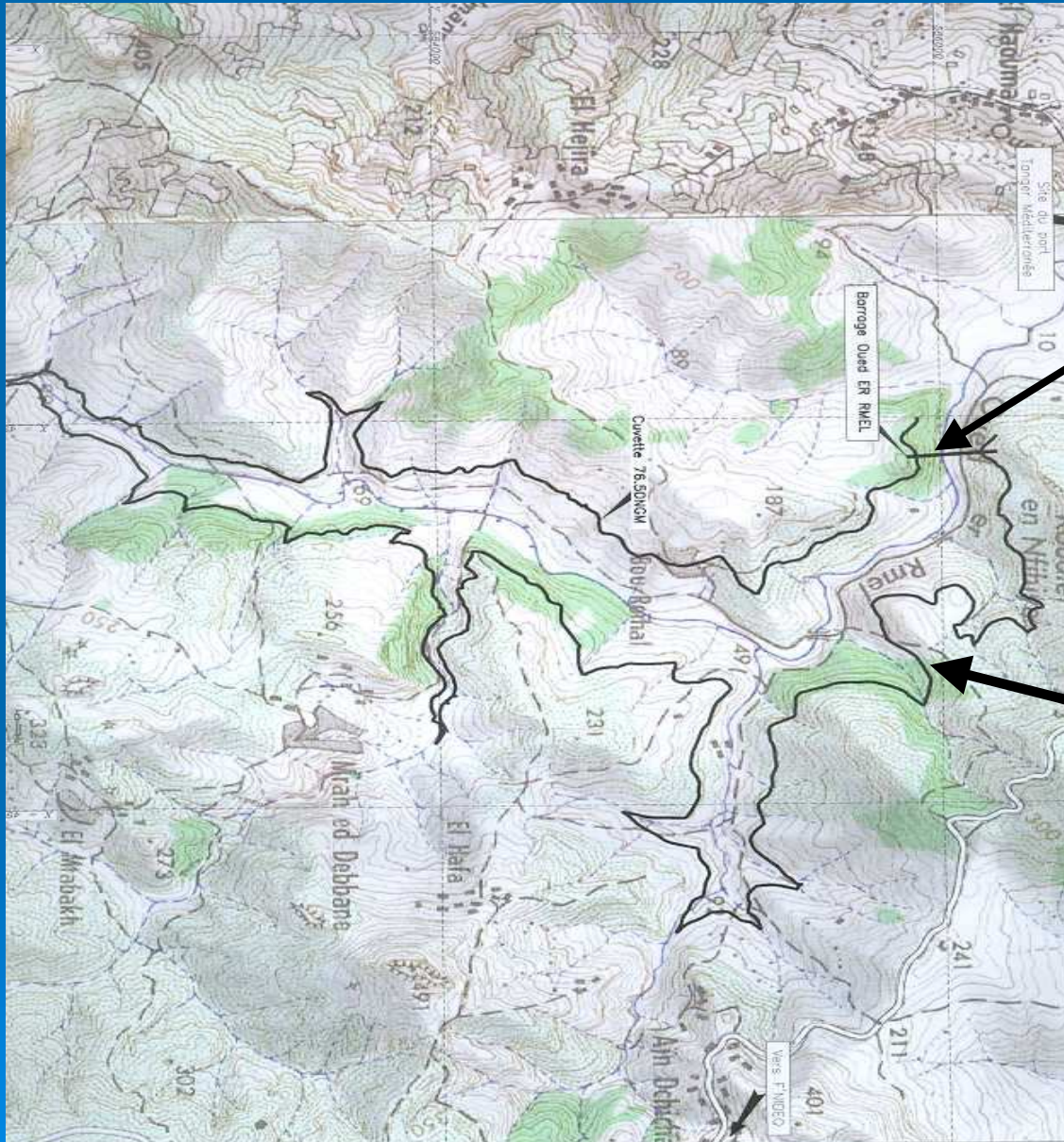
Topographie et apports du bassin versant

- Facteur principal : Volume de la retenue
conditionne toute la conception du barrage (sauf exception)
- Cuvette : Calcul du volume d'eau de la cuvette en plusieurs sites (cartes topographiques disponibles)
- Besoins : Le volume offert par le site satisfait les besoins
- Apports : Le BV autorise le remplissage de la retenue

Topographie et apports du bassin versant



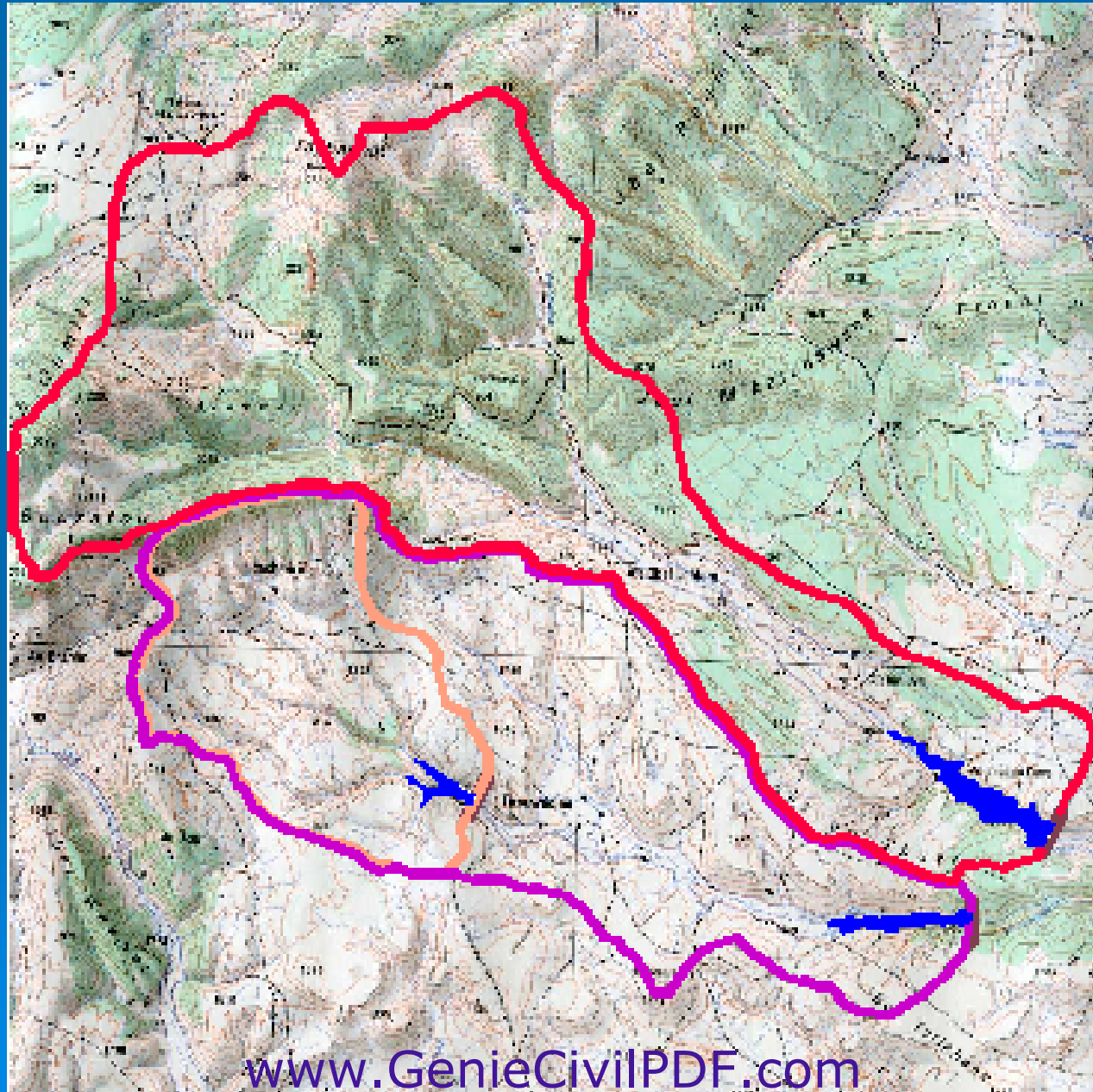
Topographie et apports du bassin versant



Site du barrage

Plan de la retenue
au niveau normal

Topographie et apports du bassin versant



Morphologie de la vallée

- ∩ 1er Critère dans le repérage des sites
- Emplacement le plus idéal et le plus économique :
site étroit précédé à l'amont par un élargissement de la vallée
- Appuis sains
! zone d'éboulement ou glissement
- Du point de vue topographique :
 - vallée large : barrage en remblai
 - Vallée étroite : barrage poids
 - Vallée très étroite : barrage voûte (grand barrage)

Barrage Taghdout



Année de mise en service	1956
Cours d'eau	Amara
Ville la plus proche	Tazenakht
Province	Ouarzazate
Fonction	Irrigation
<hr/>	
Type	Béton - Voûte
Hauteur sur fondation	26 m
Longueur en crête	200 m
Volume du barrage	955 m ³
Cote de retenue normale	114 NGM
Capacité utile de la retenue	3 millions de m ³
Surface du bassin versant	300 km ²

Géologie de la fondation

- υ Critère déterminant dans le choix du site et surtout le type de barrage
- Facteurs : nature, résistance, épaisseur, pendage, fracturation et perméabilité des formations rencontrées

Géologie de la fondation

➤ Fondations rocheuses :

- Se prêtent à tous les types de barrages moyennant certaines dispositions (purgé des matériaux très altérés, traitement éventuel par injection...)
- L'aspect important : régime des fractures (failles, joints, diaclases, schistosité)
- les barrages en remblai conviennent toujours, pour les autres les exigences vont en croissant du BCR au béton conventionnel et à la voûte

Géologie de la fondation

➤ Fondation graveleuse

- Convient en général pour les barrages en terre ou enrochement (au plan mécanique)
- Le contrôle des fuites doit être assuré par un dispositif approprié d'étanchéité et de drainage
- Des barrages en béton de très petite hauteur peuvent également être édifiés moyennant des précautions concernant les fuites (risque de renard) : tassement différentiel !

Géologie de la fondation

- Fondations sablo-silteuses :
 - peuvent convenir à l'édification de barrages en terre moyennant de très sérieuses précautions
- Fondations argileuses :
 - impliquent presque automatiquement les barrages en remblai (pentes des talus compatibles avec les caractéristiques mécaniques des formations en place)

Matériaux disponibles

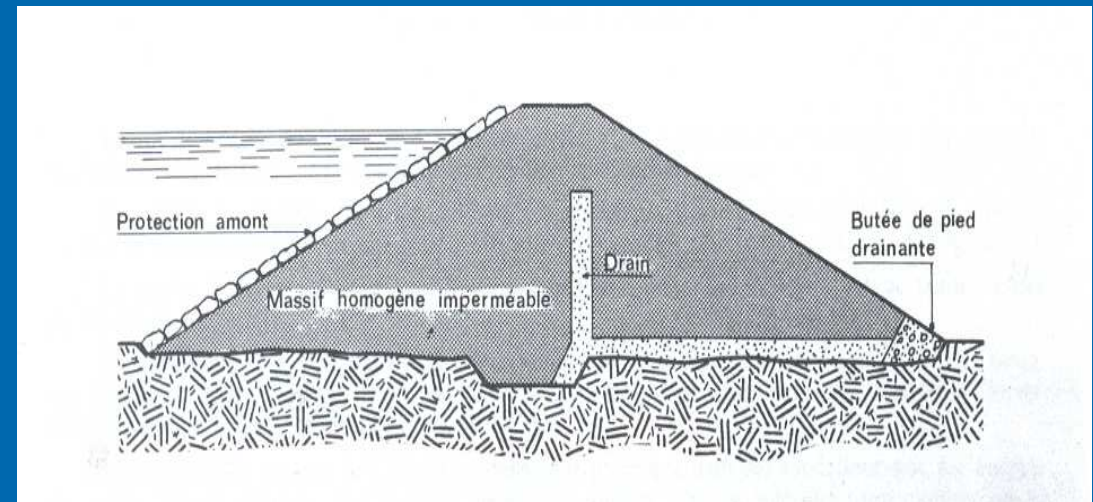
- υ Critère important pour le choix du type de barrage
 - υ Disponibilité sur le site ou à proximité de matériaux utilisables pour la construction d'un barrage
- Type de matériaux :
 - sols pour remblai
 - enrochements pour remblai et protection de talus 'rip-rap'
 - agrégats à béton (matériaux alluvionnaires ou concassés)
 - liants (ciment, cendres volantes)
- Possibilité d'extraire les matériaux de l'emprise de la retenue
 - (√ Capacité de stockage, → coût transport et remise en état, éviter Occupation)

Matériaux disponibles

- Sols limoneux et argileux
 - de qualité (teneur en fine, plasticité, état)
 - de quantité suffisante (1.5 à 2 fois le volume du remblai)

[Barrage homogène

Étanchéité garantie par toute la digue



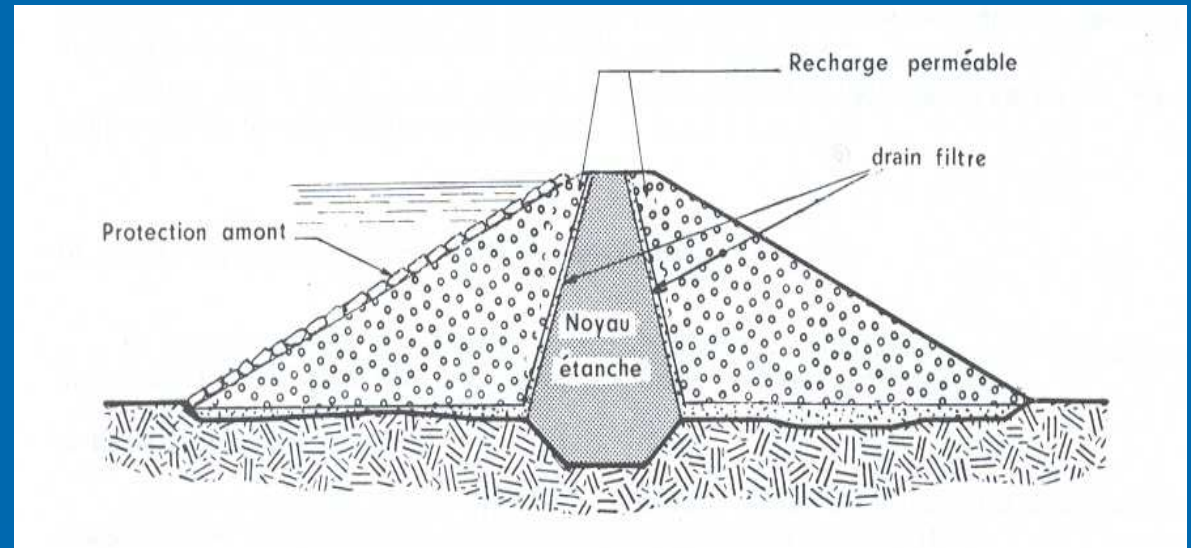
Barrage homogène

Matériaux disponibles

- Matériaux imperméables en quantité limitée + matériaux grossier ou enrochements :

[barrage en terre zoné ou enrochement avec noyau

- Étanchéité garantie par le noyau à matériaux imperméables
- Inconvénient: Mise en œuvre par zones



barrage en terre type zoné

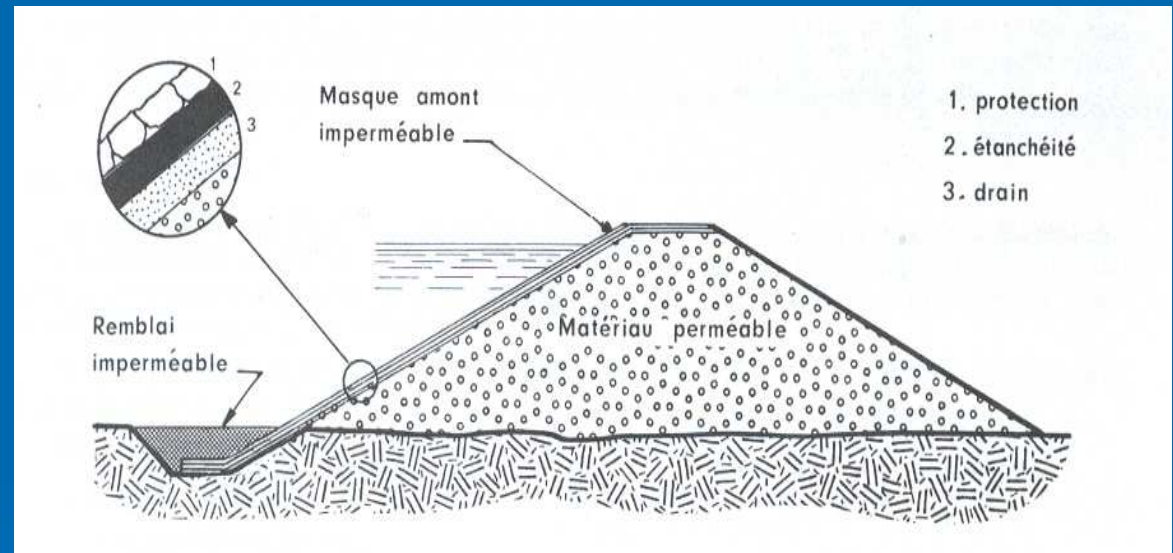
Matériaux disponibles

➤ Matériaux grossiers seulement :

[Remblai homogène

- Étanchéité :

- paroi au coulis au centre (après montée du remblai)
- masque amont (béton ou béton bitumineux)



barrage homogène à masque amont

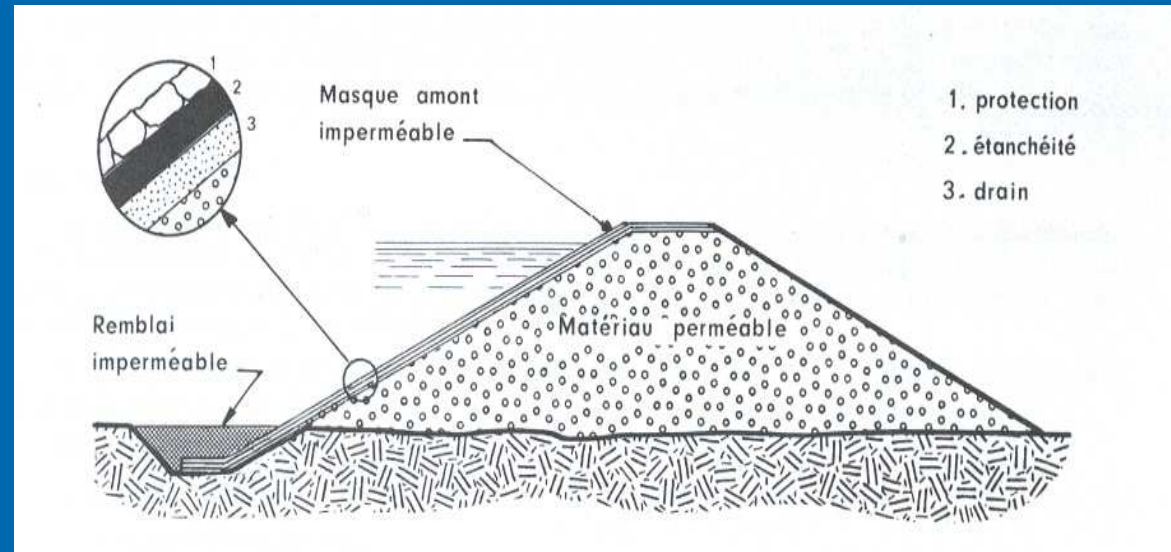
Matériaux disponibles

➤ Enrochements seulement :

[barrage en enrochement compacté

- Étanchéité :

- masque amont (béton ou béton bitumineux)



barrage en enrochement à masque amont

[barrage en béton (BCR notamment)

- À condition: bonne fondation (rocher ou terrain compact ne nécessitant pas de fouilles excessives)

Régime des crues

- ✓ Critère déterminant pour la conception des ouvrages d'évacuation (✓ Choix du type de barrage)
- Crues sévères :
 - ✓ EC de taille importante
 - ✓ intérêt de combiner l'EC et le barrage dans un ouvrage en béton
- Crues modestes :
 - ✓ Déversoir de petite dimension
 - ✓ Barrage en terre

Régime des crues

- Excavations significatives pour construire l'EC avec possibilité de réutilisation des produits de déblais
 - Barrage en remblai
- Si une galerie est requise pour la DP des eaux, elle peut être intégrée aux ouvrages d'évacuation
- ∪ pour ce critère : La variante BCR est la plus intéressante:
 - ∪ compression des délais d'exécution (éviter la période des crues au départ des travaux)
 - ∪ faibles risques liés à l'arrivée d'une crue (non vulnérable au déversement)

Critère économique

Si les considérations précédentes permettent de retenir plusieurs sites et types de barrages, il convient de poursuivre les études pour les sites et les types retenus et affiner les estimations de coût au fur et à mesure de l'avancement des études, jusqu'à ce que l'une des variantes de barrage paraît significativement plus économique

Critères de choix

Conclusion

- En général, le choix du type de barrage s'impose tout naturellement sans qu'il soit nécessaire de faire des investigations poussées :
 - Si profondeur du substratum rocheux > 5 m, seul un barrage en remblai est raisonnablement envisageable
 - Dans les autres cas, le choix du type de barrage sera un compromis entre les différents aspects : nature de la fondation, disponibilité des matériaux à proximité, hydrologie... pour aboutir au meilleur choix économique.
- Aussi, en raison des objectifs visés, la recherche se limite souvent à une zone peu étendue dans laquelle il n'existe qu'un petit nombre de sites possibles voire un seul

Choix de site et du type de barrage

Méthodologie

- Recherche de sites
- Choix de site

Calcul des Besoins

'Source : Guide Maghrébin pour l'exécution des études et des travaux des retenue colinéaires'

- **Besoins en Eau Potable :** $V = 365 D . P . K$
 - P : Population total du village
 - K : Coefficient qui prend compte de la croissance de la population
 - D : Dotation journalière moyenne (en l/j/hab)
 - = 20 à 40 l/j/hab : alimentation par bornes ou fontaines publiques)
 - = 100 l/j/hab : distribution par prise privée
 - = 100 à 160 l/j/hab : usages agricoles familiaux

- **Besoins en Eau d'Irrigation :**

$$V = \text{Besoin annuel}(m^3/ha) . \text{Superficie (ha)}$$

- B.a = 4000 m³/ha : Cultures diverses : fourrage, légumineuses, maraîchères, arboricoles
- **Abreuvement de cheptel :**
$$V = \text{Nbre têtes} . \text{Dotation moyenne (par type de cheptel)}$$
 - D = 40-50 l/t/j : bovins = 7-10 l/t/j : ovins et caprins

Recherche de site

Phase 1 : Au bureau :

- Prospection de toutes les possibilités apparentes pour l'implantation de la retenue et du barrage (photographie aérienne, carte topo. à la plus grande échelle, carte géologique régionale)
- Pour chaque site repéré :

Recherche de site

Phase 1 : Au bureau :

- Estimer les caractéristiques géométriques de la vallée et du bassin versant et la morphologie du site et de la cuvette
- Évaluation grossière du V_r et $V_b \rightarrow$ Rendement Topo.

Recherche de site

Rendement Topographique

- Rendement topographique : $R_t = V_r/V_b$
 - V_r : volume de la retenue
 $\sim 1/6.H_e.F.L_e$ ou $1/3.S_r.H_e$
 - V_b : volume du barrage $\sim 0.216 H_b.L_b.(l_b+H_b.(m+n))$
ou $L_b.H_b/2 (l_b+H_b/3.(m+n))$
- H_e, L_e : Hauteur et largeur d'eau à RN
- H_b, L_b, l_b : Hauteur, longueur et largeur du barrage en crête
- F : Fetch (plus grande longueur de la retenue à partir du barrage)
- M, n : fruits amont et aval du barrage

Recherche de site

Rendement Topographique

Rendement topographique	Qualification
< 2	<i>Faible</i>
$2 - 4$	<i>Moyen</i>
$4 - 6$	<i>Bon</i>
> 6	<i>excellent</i>

Recherche de site

Phase 1 : Au bureau :

- Idée sur l'hydrologie du BV (valeurs spécifiques régionales ou formules globales) :
 - Apports remplissent la réserve
 - Crues ne conduisent pas à EC coûteux

Recherche de site

Apports

Superficie de Bassin Versant (Km ²)	Nord P (mm)	0.3 R(mm)	Apports (m3)	Centre P (mm)	0.15 R(mm)	Apports (m3)	Sud P (mm)	0.05 R (mm)	Apports (m3)
1	600	180	180000	400	60	60000	200	10	10000
2	600	180	360000	400	60	120000	200	10	20000
5	600	180	900000	400	60	300000	200	10	50000
10	600	180	1800000	400	60	600000	200	10	100000
20	600	180	3600000	400	60	1200000	200	10	200000
50	600	180	9000000	400	60	3000000	200	10	500000

P=Précipitations, R=coefficient de ruissellement.

Recherche de site

Crués

- Estimation préliminaire du débit de crue

(guide Maghrébin pour l'exécution des études et des travaux des retenues collinaires)

- $Q_{\max} = q \cdot S$ (m³/s)

Superficie (Km ²)	Débit spécifique (m ³ /Km ² /s)
1 - 5	15 - 22
5 - 10	12 - 18
10 - 100	7.5 - 12
>100	3 - 5

Recherche de site

Crues

➤ Ordre de grandeur :

Un déversoir classique débite :

- $\sim 1,8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ml}$ sous 1m de charge
- $\sim 5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ml}$ sous 2m de charge

Recherche de site

Phase 1 : Au bureau :

- Géologie générale : difficultés particulières
 - ! Q'q détails compromettant l'édification de l'ouvrage peuvent être cachés par l'échelle de la carte géo. (1/100 000)
- Examiner les lieux habités à l'aval et les voies de communication

Recherche de site

Phase 2 - Visite :

- Composition :
Ing. Génie Ci., Géologue et Topographe
- But :
préciser et compléter les renseignements dont on dispose
- Nature :
plus ou moins détaillée selon l'intérêt apparent du site
reconnu

Recherche de site

Phase 2 - Visite :

- ✓ Prise de contacts locaux → informations notamment : crues, problèmes fonciers

- ✓ Examen des conditions locales → soulever les Problèmes :
 - pour la suite des études : accès, couverture végétale, morphologie de la rivière et du site
 - pour le projet des travaux : nature et épaisseur probable des terrains de couverture, affleurements du substratum rocheux ou imperméable

Recherche de site

Phase 2 - Visite :

- ✓ repérer les indices de difficultés particulières : arrivées et pertes d'eau, zones tourbeuses ou argileuses, glissements des berges, failles, karsts ...
- ✓ Repérer les zones d'emprunts de matériaux
- ✓ Déterminer les zones objets de travaux préparatoires des études ultérieures, tels que débroussaillage, aménagement d'accès, levé topographique...

Choix de site

- L'étude comparative des sites inventoriés met en évidence un nombre restreint de site entre lesquels doit être effectué le choix définitif
- Cas simples : les éléments recueillis au cours de la prospection des sites, complétés par q'q reconnaissances géotechniques et travaux topo.
 - ┆ Choix définitif et Caractéristiques principales de l'ouvrage
 - ┆ Définition du programme des travaux et évaluation du coût approximatif

Choix de site

- Cas normal : la décision nécessite une connaissance plus précise des caractéristiques de chacun des emplacements présélectionnés :
 - Levé topographique détaillé de la cuvette et de l'emprise du barrage
 - Etude géologique de surface et étude géotechnique simple
 - Evaluation des apports et des débits des crues à partir d'observations locales
 - Evaluation sommaire du coût pour chaque site

[arrêter le choix et reconnaître la faisabilité de l'ouvrage
- Cas difficiles ou ouvrages importants : on peut même avoir besoin de certaines études qui sont normalement réalisées lors de l'établissement de l'APD

Étude géologique de surface

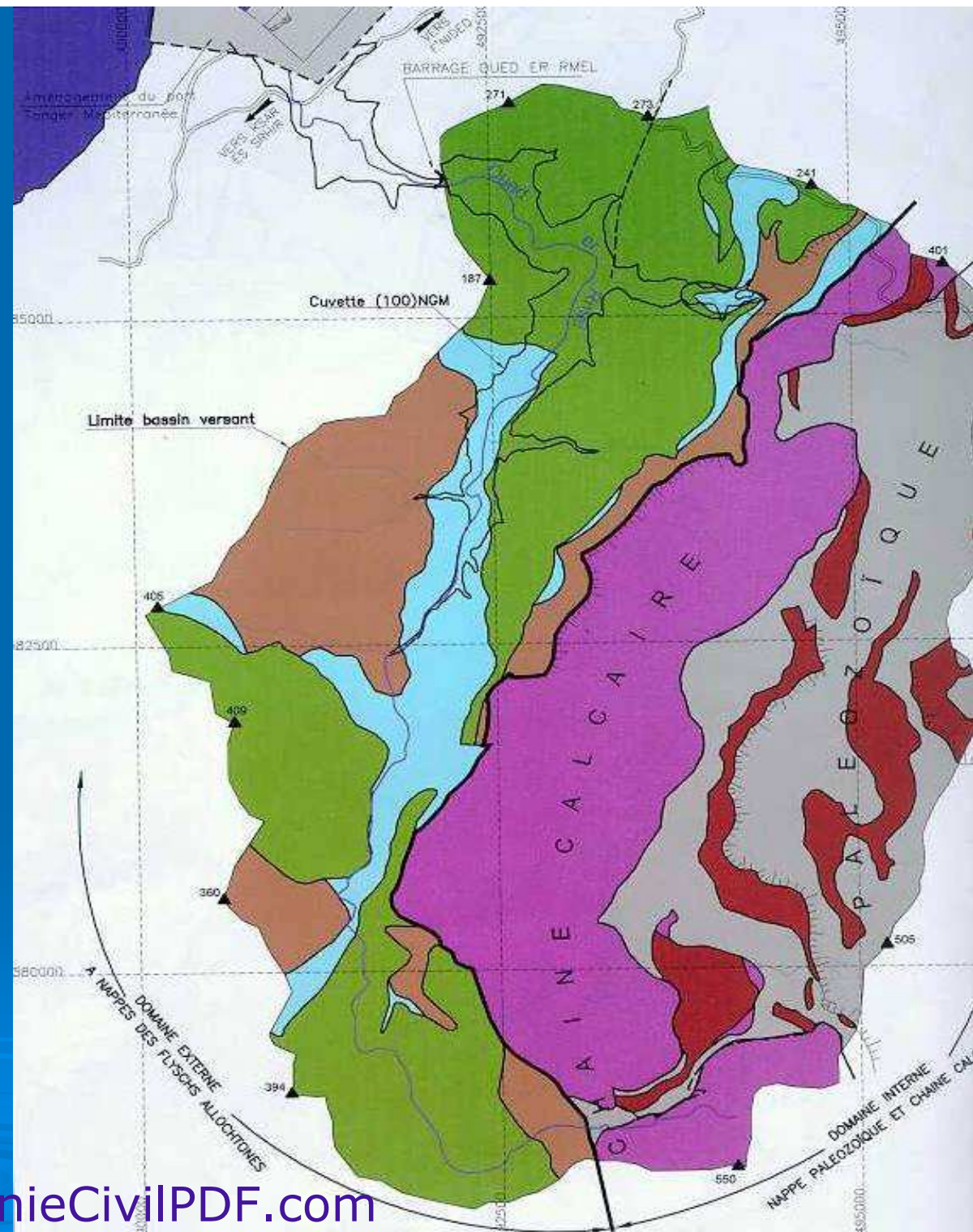
- But :
 - Déterminer les grandes lignes de la géologie du site avant toute mise en œuvre de moyens de reconnaissance plus lourds
 - Replacer le site dans son contexte géologique local et régional
 - Déceler d'éventuelles conditions géologiques rédhibitoires visibles immédiatement
 - Orienter la suite des études, et définir et implanter les travaux de reconnaissance ultérieurs

Étude géologique de surface

- Méthodologie :
 - Consulter les cartes géologiques existantes (1/100 000 ou autres), pour replacer le site dans son contexte géologique local, litho stratigraphique et structural
 - Orienter l'examen du site vers la recherche de certains types d'indices, en utilisant l'expérience antérieure de contexte semblable
 - La visite consiste au minimum en un parcours de la zone d'implantation du barrage et de tout ou partie de la cuvette de retenue, assortie de la réalisation de toutes les observations possibles

Carte géologique régionale (Barrage sur l'oued Rmel)

(Barrage sur l'oued Rmel)



- Reporter les observations faites lors de cette phase d'étude et les conclusions tirées sur une fiche synthétique

Ci contre, fiche proposée par B. COUTURIER (1985)

AFFAIRE				
NOM DU SITE				N°
LOCALISATION	CARTES	Topo. :		Géol. :
	COORDONNÉES	X. :	Y. :	Z. :
GÉOLOGIE DU SITE	LITHOLOGIE STRUCTURE			
	QUALITÉ DE LA FONDATION			
	STABILITÉ DES APPUIS			
	ÉTANCHEITÉ (hydrogéologie)			
GÉOLOGIE DE LA CUVETTE	LITHOLOGIE STRUCTURE			
	STABILITÉ DES VERSANTS			
	ÉTANCHEITÉ (hydrogéologie)			
MATÉRIAUX	AGRÉGATS			
	SOLS FINS			
TRAVAUX DE RECONNAISSANCE				
CONCLUSIONS ET REMARQUES				

Etude géologique de surface

- Résultat :
- Diagnostic préliminaire sur l'opportunité d'engager des études plus détaillées, les sites classés selon les catégories :
 - Sites favorables : Aucune condition rédhibitoire n'a été mise en évidence
 - Sites défavorables : Problèmes difficiles à résoudre et / ou ayant une incidence économique incompatibles avec l'intérêt de l'ouvrage
 - Sites douteux : soit parce que l'observation de surface n'est pas possible ou subsistance d'incertitude sur les observations effectuées et les interprétations géologiques faites, des investigations par tranchée sont nécessaires dans ce cas pour classer le site dans les catégories ci-dessus

Conclusion

- La phase relative au choix du site et du type de barrage aboutit au choix du site le plus approprié selon les critères arrêtés par le projeteur, pour répondre aux besoins en eau exprimées, et sur un site, à priori, favorable sur le plan géologique.
- La phase suivante qui est l'étude de faisabilité géologique arrêtera définitivement la faisabilité du projet ainsi que le type de barrage final à adopter