

SOCIÉTÉ NATIONALE DES EAUX
DU CAMEROUN

BARRAGE DE MOPFOU

AMONT

— ÉTUDE DES SOLS —



ETUDE DES SOLS

- . Note
- . Graphiques

*

SOCIÉTÉ NATIONALE DES EAUX
DU CAMEROUN

BARRAGE DE MOPFOU

AMONT

ÉTUDE DES SOLS

NOTE

**SOCIETE NATIONALE
DES
EAUX DU CAMEROUN**

E.D.F. - I.G.E.C.O.

BARRAGE DE MOPFOU AMONT

NOTE

MECASOL

mai 1968

J. FLORENTIN
Ancien Élève de l'École Polytechnique
et
G. L'HÉRITEAU
Ingénieurs Civils de l'École Nationale
des Ponts et Chaussées

MÉCASOL

SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 20.000 F
Ingénieur-Consultant en Mécanique du sol

R. C. SEINE 57 B 17506 - C. C. P. PARIS 7279-18

50, RUE GÉRARD - PARIS - 13^e

TEL. 707-70-76

Paris, le 14 Mai 1968

JM.D/CH

28.68

Barrage de MOPFOU
Amont

NOTE

L'E.D.F. IGECO agissant pour le compte de la Société Nationale des Eaux du Cameroun, nous a chargé de l'étude des sols du barrage de Mopfou Amont, près de Yaoundé au Cameroun et nous a demandé notre avis sur les dispositions à prévoir pour la digue compte tenu des résultats de la reconnaissance.

I - RECONNAISSANCE EFFECTUEE

La reconnaissance a porté sur les terrains de fondation de la digue et sur ceux de la zone d'emprunt.

Les terrains de fondation ont été reconnus à l'aide de puits (P1 à P12) et de 5 sondages mécaniques (S21 à S25). L'implantation de ces puits et sondages figure sur le plan références CAM 110246.

MÉCASOL

PARIS

La zone d'emprunt a été reconnue par des puits et sondages à la tarière.

Les sondages mécaniques ont été réalisés par Fondation et Travaux Miniers qui a établi les coupes dont E.D.F. IGECO nous a transmis copie.

A l'emplacement prévu pour la digue, le terrain naturel est approximativement à la cote 700 en bas de vallée. Le lit majeur de la rivière Mefou présente une largeur de 80m environ entre les lignes de niveau 705. Les flancs de la vallée sont en pente douce, 4/1 environ.

Les terrains rencontrés dans le lit majeur sont de haut en bas :

- des alluvions récentes, argileuses en tête, plus sableuses à la base et présentant des zones organiques. D'après les sondages S21 à S25, leur base se situe approximativement vers la cote 699.
- des terrains de transition, argiles et arènes de couleur grise en tête, beige à rouge en profondeur
- le substratum rocheux constitué par un gneiss, altéré en tête sur une épaisseur paraissant faible

Sur les flancs de la vallée, on trouve sous une couverture végétale :

- des argiles latéritiques
- le substratum rocheux (gneiss)

Cependant, si en rive droite les puits ont pu être descendus au rocher, les puits en rive gauche sont restés dans l'horizon supérieur et nous ignorons s'il existe des arènes entre les argiles latéritiques et le gneiss.

Le même profil que les puits en rive droite apparaît dans les puits de reconnaissance de la zone d'emprunt.

Les échantillons prélevés et analysés à MECASOL sont :

- des échantillons intacts (au nombre de 5) prélevés dans les argiles latéritiques des flancs de la vallée (2 échantillons dans les puits P2 et P7) et dans les alluvions récentes (3 échantillons dans le puits P9 et les sondages 23 et 24).
- des échantillons prélevés en vrac dans les puits de reconnaissance de la zone d'emprunt (82 prélèvements).

II - RESULTATS des ESSAIS

Les résultats des essais effectués sur les 5 échantillons intacts sont rassemblés sur le tableau récapitulatif n° I qui renvoie aux graphiques.

Les prélèvements en vrac ont servi à constituer 11 groupes sur lesquels des essais d'identification ont été effectués. Le classement a été basé sur un examen visuel et sur la profondeur des prélèvements. On trouvera en fin de note, un tableau donnant la répartition des prélèvements par groupe. Les résultats des essais effectués sur chaque groupe sont rassemblés sur les tableaux récapitulatifs II à IV qui renvoient aux graphiques.

II.1.- ECHANTILLONS INTACTS EN FONDATION

II.1.1.- Argiles latéritiques

Elles sont représentées par les échantillons 1 et 2. Comme le montrent les analyses granulométriques (graphique 1), l'échantillon 1 est constitué par une argile latéritique avec nombreuses concrétions pisolithiques. Ses caractéristiques sont par suite assez différentes de celles de l'échantillon 2 : compacité plus élevée et teneur en eau plus faible.

Les limites d'Atterberg, mesurées sur les éléments inférieurs à 0,4 mm, montrent que les argiles latéritiques sont très plastiques, les indices de plasticité étant 33,4 et 40,6%.

L'échantillon 1, de compacité plus élevée, présente des caractéristiques mécaniques supérieures à celles de l'échantillon 2 ; sa résistance à la compression simple est $R_c = 4,7$ bars (avec $\gamma_d = 1,81$ t/m³) alors que pour l'échantillon 2 $R_c = 1,75$ bar (avec $\gamma_d = 1,49$ t/m³).

Les échantillons prélevés ne sont pas saturés étant vraisemblablement situés hors nappe : il en résulte une augmentation des caractéristiques mécaniques apparentes avec l'étreinte. D'après l'essai triaxial non consolidé non drainé effectué sur l'échantillon 2 le moins compact, (graphique 2) on obtient :

$$C_a = 0,65 \text{ bar} \quad \varphi_a = 19^\circ$$

Deux essais de compressibilité (graphiques 6 et 7) ont été effectués. L'échantillon 1 plus compact est par suite moins compressible. Les pressions de consolidation déterminées par la construction de Casagrande sont élevées 5,5 et 3,5 bars. Les tassements de ces matériaux sous le poids de l'ouvrage seront très faibles.

II.1.2.- Alluvions récentes

Parmi les 3 échantillons prélevés, l'échantillon 3 (puits P9 - 1,30m à 1,80m de profondeur) est constitué par un limon plastique, très vaseux ; les 2 autres échantillons (sondage 23 - 2,50m à 3m de profondeur et sondage 24 - 2,75m à 3,25m de profondeur) étant constitués par un limon sablo-argileux de compacité plus élevée. Même dans ce dernier cas, il faut noter la présence de zones plus organiques comme celle située à la base de l'échantillon 5.

L'échantillon 3 et la base de l'échantillon 5 présentent les caractéristiques suivantes :

- teneur en eau : 64 et 52%
- compacité : 0,97 t/m³ et 1,12 t/m³
- limites d'Atterberg : LL = 73,5% IP = 42,4%

D'après l'analyse granulométrique de l'échantillon 3, celui-ci présente peu d'éléments sableux.

Les caractéristiques mécaniques en domaine apparent (c'est-à-dire avant toute consolidation sous les charges appliquées) sont faibles : avec $\varphi_a = 0$ elles sont déduites de $R_c/2$ et des essais au cohésimètre, soit $C_a = 0,1$ à $0,15$ bar.

Les caractéristiques mécaniques intergranulaires ont été déterminées par un essai triaxial consolidé drainé (graphique 5). On a mesuré :

$$C_d = 0,2 \text{ bar} \quad \varphi_d = 25^\circ$$

Ces valeurs, assez faibles, confirment la nature fortement plastique des matériaux vaseux superficiels.

Les essais de compressibilité (graphiques 8 et 10) ont été effectués sur l'échantillon 3 et sur la partie inférieure de l'échantillon 5. Ces matériaux sont très compressibles, les pressions de consolidation sont 0,2 et 0,8 bar, les indices de compression (caractérisant la compressibilité au-delà de la pression de consolidation) 0,37 et 0,49.

L'échantillon 4 et la partie supérieure de l'échantillon 5 présentent des caractéristiques très voisines :

- teneur en eau : 32,7 et 33,8%
- compacité : 1,44 et 1,41 t/m³
- limites d'Atterberg : LL = 41,8 et 36% IP = 23,5 et 15,4% Ces valeurs classent les matériaux dans les argiles de plasticité moyenne. Les indices de consistance IC sont faibles : 0,39 et 0,14.

Les analyses granulométriques montrent que le pourcentage en éléments sableux est non négligeable, de l'ordre de 45 à 60%.

Les essais de résistance à la compression simple, les essais au cohésimètre et les essais triaxiaux non consolidés non drainés, effectués sur ces 2 échantillons montrent que les caractéristiques mécaniques apparentes sont :

- échantillon 4 : $\varphi_a = 0$ $C_a = 0,15$ à $0,2$ bar
- échantillon 5 : $\varphi_a = 0$ $C_a = 0,1$ bar

Ces valeurs sont faibles, elles correspondent aux caractéristiques mécaniques de matériau normalement consolidé situé à faible profondeur.

La compressibilité de l'échantillon 4 est plus faible que celle des alluvions vaseuses comme le montre l'essai de compressibilité reporté graphique 9.

II.2.- PRELEVEMENTS EN VRAC DANS LA ZONE D'EMPRUNT

Comme indiqué ci-dessus, ils ont été étudiés en constituant 11 groupes (voir tableau en fin de note),

Les teneurs en eau ont été mesurées sur un certain nombre de prélèvements ; elles sont comprises entre 15,9 et 30,5%. Les teneurs en eau moyennes de chaque groupe sont comprises entre 20,9% (groupe 401) et 29,5% (groupe 103). Il semblerait qu'elles décroissent avec la profondeur de prélèvement.

Chaque groupe a été identifié par ses limites d'Atterberg. Les résultats obtenus sont peu dispersés : les limites de liquidité sont comprises entre 64,5% et 75,8%, les indices de plasticité entre 34,6% et 46%. En moyenne $LL = 70,6\%$ $IP = 41,4\%$. Ces valeurs correspondent à des argiles de forte plasticité.

Le groupe 303 est le moins plastique, le groupe 203 le plus plastique et le groupe 102 présente une plasticité voisine de la plasticité moyenne de l'ensemble des prélèvements.

Les granulométries sont très semblables comme le montrent les analyses effectuées sur les groupes 102, 203 et 303 (graphique 11). Seul le groupe 401 présente plus d'éléments sableux : il correspond à des échantillons prélevés au voisinage du contact latérite/substratum rocheux.

Des essais Proctor normal ont été effectués sur les groupes 102, 203 et 303. Leurs résultats sont reportés graphiques 12 à 14 sur lesquels on a figuré en fonction de la teneur en eau :

- le poids spécifique apparent sec (γ_d)
- le poids spécifique apparent humide (γ_h)
- la résistance à la compression simple (R_c)
- la résistance au poinçonnement (R_p)

Les caractéristiques à l'optimum Proctor sont très voisines pour les 3 mélanges : les teneurs en eau sont comprises entre 24,3% et 25,3%, les compacités entre 1,57 et 1,59 t/m³.

La zone d'emprunt reconnue apparaît donc comme relativement homogène.

Les caractéristiques mécaniques apparentes du matériau ont été déterminées sur le groupe 303. Avant consolidation sous les charges appliquées, la résistance au cisaillement d'un matériau compacté dépend principalement de sa teneur en eau de compactage. Trois essais triaxiaux non consolidés, non drainés ont été effectués sur des éprouvettes compactées à l'énergie du Proctor normal et à des teneurs en eau différentes. Les résistances mesurées, d'autant plus faibles que la teneur en eau de compactage est plus élevée, sont :

$$w = w_{opt} - 2\% - \gamma_d = 1,58 \text{ t/m}^3 \quad C_a = 2,2 \text{ bar} \quad \varphi_a = 12^\circ$$

$$w = w_{opt} + 2\% - \gamma_d = 1,53 \text{ t/m}^3 \quad C_a = 1,1 \text{ bar} \quad \varphi_a = 11^\circ$$

$$w = w_{opt} + 5\% - \gamma_d = 1,46 \text{ t/m}^3 \quad C_a = 0,8 \text{ bar} \quad \varphi_a = 6^\circ$$

Les teneurs en eau naturelle des prélèvements réalisés à la saison sèche sont au plus égales à 30,5% et en moyenne $w = 25,4\%$ Les teneurs en eau à l'optimum Proctor étant de l'ordre de 24 à 25%, les teneurs en eau naturelle seraient au plus égales à la teneur en eau à l'optimum +5% ; en moyenne elles seraient de l'ordre de grandeur des teneurs en eau à l'optimum Proctor. Les caractéristiques mécaniques minimales apparentes du matériau compacté seraient :

$$\varphi_a = 0 \quad C_a = 0,8 \text{ bar}$$

Les caractéristiques mécaniques intergranulaires du matériau compacté ont été déterminées sur le groupe 303 à partir d'un essai triaxial du type consolidé drainé. Cet essai n'étant pas achevé, ses résultats seront fournis ultérieurement.

La compressibilité de l'argile compactée a été déterminée à partir de 2 essais oedométriques (graphiques 18 et 19) effectués sur du matériau du groupe 305, compacté à l'énergie du Proctor normal. On obtient les résultats suivants :

$$w = w_{opt} + 2\% - \gamma_d = 1,53 \text{ t/m}^3 \quad P_c = 3,5 \text{ bars} \quad C_c = 0,16$$

$$w = w_{opt} + 4,5\% - \gamma_d = 1,47 \text{ t/m}^3 \quad P_c = 2,9 \text{ bars} \quad C_c = 0,21$$

La pression de consolidation apparente $(P_c)_a$ due au compactage, est relativement élevée par rapport aux matériaux classiques.

III - ENSEIGNEMENTS A TIRER

III.1.- DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage à construire comporte une digue en terre dont la cote de crête est 717,50. La cote de retenue normale est 715. La digue est homogène et réalisée en argile latéritique.

L'aménagement comprend la réalisation de :

- une dérivation provisoire en rive gauche dont la génératrice inférieure sera à la cote 704

MÉCASOL

PARIS

- une conduite d'exploitation de 800 mm permettant d'évacuer 600 litres/sec ;
sa prise sera à la cote 706. Cette conduite d'exploitation sera située dans le même ouvrage que la dérivation provisoire
- un évacuateur de crue situé en rive droite et pouvant évacuer 21 m³/sec.

Les travaux seront réalisés à l'abri d'un batardeau amont dont la cote de crête serait de l'ordre de 706,50.

Un profil schématique de la digue a été établi ; il est commenté ci-après.

III.2.- PHASES D'EXECUTION

Elles ont été discutées avec E.D.F. IGECO.

Le batardeau amont monté jusqu'à la cote 706,50 représente un volume de terre non négligeable par rapport à l'ensemble de l'ouvrage. Il serait intéressant de l'incorporer à la digue principale. Les terrassements devant commencer en saison sèche, il semble possible de réaliser un prébatardeau amont, constitué par une simple levée de terre, destiné à remonter le plan d'eau amont vers les cotes 701,50 à 702. Le débit de la rivière en saison sèche étant de l'ordre de 200 l/sec. (720 m³/heure), il serait possible d'élever ce débit par pompage dans la dérivation provisoire à la cote 704.

On commencerait alors immédiatement les travaux du batardeau amont qui comprendraient alors la clé d'étanchéité descendue au gneiss sain, soit vers les cotes 697 à 698 environ. La réalisation du batardeau amont avec clé d'étanchéité descendue au gneiss sain permettrait de s'affranchir pour le reste du chantier des venues d'eau amont.

.. / ...

- La réalisation du batardeau amont comprendrait alors les phases suivantes :
- décapage des alluvions récentes, vaseuses et organiques. D'après les 3 échantillons reçus, ce décapage pourrait être de l'ordre de 2m, en conservant en fondation des matériaux plus sableux tels que ceux représentés par les échantillons 4 et 5, même s'ils présentent, comme dans l'échantillon 5, des strates de matériaux organiques de faible épaisseur.
 - réalisation de la clé d'étanchéité descendue au gneiss sain. Sa largeur à la base devrait être de 5 à 6m (soit un gradient de percolation de l'ordre de 3). Cette clé serait réalisée en argile latéritique compactée à l'aide de moyens mécaniques. Dans l'emprise du batardeau amont elle serait située le plus à l'aval pour lui assurer après finition de la digue, une couverture aussi élevée que possible
 - réalisation du batardeau au-dessus du terrain naturel décapé. Pour limiter le volume du batardeau à construire rapidement, on pourrait adopter une largeur en crête de 3m à la cote 706,50 et un talus aval de pente 3/2.

L'exécution du décapage (supposé de 2m) et la réalisation de la clé d'étanchéité jusqu'au toit du gneiss sain pourraient être grandement facilitées en disposant 1 ou 2 puisards à l'aval du prébatardeau, descendus au gneiss et dans lesquels on pomperait les eaux d'infiltration sous le prébatardeau. Ce pompage faciliterait en outre la tenue des talus de la clé d'étanchéité et permettrait de limiter les terrassements.

III.5.- DECAPAGE

Il faut distinguer la zone du lit majeur avec alluvions récentes et les flancs de la vallée.

Pour la première zone, on devrait prévoir un décapage identique à celui réalisé sous le batardeau amont, c'est-à-dire enlèvement des terrains

superficiels fortement vaseux et organiques. D'après les 3 échantillons reçus, il semblerait qu'un décapage de l'ordre de 2m puisse convenir ; ceci serait à vérifier à l'exécution.

A flancs de vallée, le décapage général serait précédé par un débroussaillage et un désouchage avec remblaiement immédiat des trous de façon à éviter, lors du décapage général, leur comblement par de la terre végétale et des matériaux organiques. Le décapage serait ensuite conduit jusqu'à l'argile latéritique. Il semble qu'il devrait être de l'ordre de 0,60m environ.

III.4.- ÉTANCHÉITÉ

Elle est assurée au-dessus du terrain naturel après décapage, par le fait que la digue est en argile latéritique compactée. Sous le terrain naturel après décapage, l'étanchéité est assurée par la clé du batardeau amont descendue au toit du gneiss sain. Compte tenu de l'emprise du batardeau amont dont la crête est à la cote 706,50, la clé devrait recouper toute la couche d'alluvions récentes du lit majeur.

A flancs de vallée, la clé pourrait être prolongée dans la mesure où il existe une couche d'arène granitique et de sable au-dessus du substratum rocheux. Dans le cas contraire, elle serait superflue. Nous ne disposons pas d'éléments permettant de préciser ce point.

Sous la clé parafouille l'étanchéité est assurée par le rocher. D'après les sondages à notre disposition, celui-ci semble sain si l'on exclut la partie supérieure altérée mais décapée à l'emplacement de la clé. Il ne nous semble pas nécessaire de prévoir un écran d'étanchéité par injection ; son exécution pourrait retarder appréciablement les terrassements de la digue. Il semble en effet probable qu'il se produira un envasement de la retenue formant tapis d'étanchéité amont et diminuant les débits de fuite vraisemblablement faibles.

Les venues d'eau sous le barrage ne seraient préjudiciables que dans la mesure où elles créent, à l'aval, des sous-pressions susceptibles de diminuer la stabilité. Elles seront combattues efficacement à l'aide de puits de décharge disposés à l'aval, en dehors de l'emprise du barrage en fond de vallée comme sur les talus (voir paragraphe ci-après).

III.5.- STABILITE

L'E.D.F. IGECO a prévu des pentes de 3/1 à l'amont et 2,5/1 à l'aval. Il ne semble guère souhaitable de raidir ces talus.

A l'amont, la vitesse de vidange est au maximum 10 cm/jour ; cette valeur est cependant assez élevée comparativement à la très faible perméabilité des argiles latéritiques.

A l'aval, indépendamment de tout problème de stabilité, un raidissement des talus n'est pas souhaitable par suite de l'érosion et de la tenue au ruissellement.

La stabilité du talus aval en régime permanent nécessite la présence d'un filtre aval permettant de rabattre la ligne de saturation et d'éviter des résurgences en talus aval. Le filtre serait posé directement sur le terrain naturel décapé. En bas de vallée, il n'est pas nécessaire de le fonder à une cote inférieure à la cote possible d'évacuation des eaux à l'aval ; on se ramènerait à cette cote par un tapis en argile compactée sur lequel le filtre serait fondé.

La longueur du filtre pourrait être 1,5 h avec h = différence entre la cote de retenue normale (715) et la cote de fondation du filtre.

Enfin pour éviter d'éventuelles sous-pressions en pied aval du barrage il conviendra de réaliser des puits de décharge descendus dans le substratum rocheux ; l'implantation de ces puits pourra être précisée ultérieurement.

III.6.- REALISATION DES REBLAIS

La digue sera réalisée en argile latéritique compactée.

Avec les pentes prévues, la stabilité en fin de construction est assurée même si le matériau est compacté à une teneur en eau égale à la teneur en eau de l'optimum +5% avec $\gamma_d = 1,46 \text{ t/m}^3$. La cohésion du matériau serait en effet 0,8 bar.

La reconnaissance a été faite à la saison sèche, et avec des écarts de $\pm 5\%$, la teneur en eau moyenne est voisine de l'optimum. On peut alors exiger le compactage à 95% du Proctor normal soit $0,95 \times 1,58 = 1,50 \text{ t/m}^3$. Cette spécification n'est pas réaliste si la teneur en eau dépasse l'optimum de 3% environ.

On voit donc qu'il y a avantage à travailler à la saison sèche, en tous cas impérativement pour la partie inférieure qui est la plus sollicitée. Par ailleurs l'aération de la zone d'emprunt aura tendance à diminuer la teneur en eau moyenne. Si l'exploitation est poursuivie à la saison humide, il y a avantage à assurer un drainage de la zone d'emprunt.

Il pourrait être intéressant, avant de fixer les spécifications de compactage, de procéder sur place à des essais plus nombreux (mesure des teneurs en eau naturelle, essais Proctor), et en particulier de déterminer l'influence de la période de prélèvement sur la teneur en eau naturelle.

L'épaisseur des couches du compactage, comme le choix du moyen de compactage, devraient être déterminés par des essais sur place. Toutefois, il semble que l'on doive s'orienter vers le rouleau pied de mouton ou vers le rouleau à pneus lourd.

III.7.- PROTECTION DES TALUS

Les talus doivent être protégés de la fissuration par retrait et de l'érosion résultant du ruissellement.

A l'amont, on pourrait prévoir un tapis d'enrochements reposant sur un double filtre (sable moyen et sable fin). L'épaisseur totale de cette protection pourrait être 1,50m normalement au talus. Les enrochements et les filtres seraient butés en pied par un massif d'enrochements.

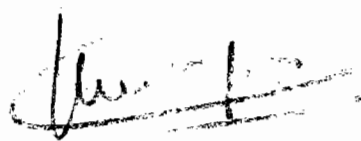
A l'aval, il faut prévoir une protection du talus par engazonnement. Compte tenu des fortes précipitations possibles, il serait intéressant, dans la mesure du possible, de monter le tapis de terre végétale en même temps que la digue, de manière à pouvoir le compacter. Ce processus d'exécution semble préférable à la mise en place de la terre végétale après finition de l'ouvrage qui peut alors glisser "en loupe" sur l'argile compactée.

La protection du talus aval nécessite la mise en place d'un cavalier de pied en enrochements de dimensions importantes qui serait disposé à l'extérieur du profil. Pour faciliter son exécution, ce cavalier devrait être de dimensions constantes. Il ne serait prévu que pour une hauteur de digue au-dessus du terrain naturel décapé supérieure à 5m.

Un caniveau béton doit être envisagé pour collecter les eaux en pied de digue. En outre, il pourrait être nécessaire de prévoir sur le talus aval des caniveaux béton disposés obliquement par rapport au talus et évitant le ruissellement sur toute la surface.

Enfin il est nécessaire d'aménager la crête de l'ouvrage en prévoyant une couche anti-retrait (sable et graviers).

Fait à Paris, le 14 Mai 1968



J.H. DUPAS



BARRAGE DE MOPFOU AMONT

Répartition des prélèvements en vrac

Groupe 101

Sondages : 104 - 105 - 201 - 202 - 204 - 301 - 302 - 303 (à 1m)

Puits F à 1m

Groupe 102

Sondages : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 102 - 103 - 304 (à 1m)

Layon 70 à 150m (1m)

" à 100m (1m)

" à 50m (1m)

Groupe 103

Sondages : 6 - 7 - 203 - 305 (à 1m)

Puits à l'entrée du layon 100 (2,40m)

Puits à 90m sur layon 300 (1m)

Groupe 201

Sondages : 5 - 7 - 103 - 305 (à 2m)

Layon 70 à 100m (2m)

" à 50m (2m)

Groupe 202

Sondages : 2 - 102 - 304 (à 2m)

Layon 70 à 150m (2m)

BARRAGE DE MOPPOU AMONT

MECASOL

Echantillons Litacts

Dossier 28-68

N° Ech.	N° Sond.	Prof. en m.	Cote	Nature de l'échantillon	W %	γ t/m ³	γ_d t/m ³	γ_s t/m ³	S %	Limites Atterberg LL - LP - IP	Granulométrie	R _c en bars	C en bars	R _p en bars	Triaxiaux	Oedomètre	Proctor	Observations
1	P2	1,20 1,70		Argile latéritique rouge. Très nombreuses concrétions HCl -	13,6 14,2 11,0	2,06 2,01	1,81 1,81			LL = 57,0* LP = 23,6 IP = 33,4	Gr.1	4,7						* sur éléments < à 0,4mm
2	P7	1,60 2,10		Argile latéritique rouge. Petites concrétions HCl -	27,4 28,0 27,3 27,3 27,6	1,90 1,85 1,92 1,92 1,86	1,49 1,45 1,51 1,51 1,46			LL = 70,3* LP = 29,7 IP = 40,6 IC = 1,06	Gr.1	1,75			N.C.R. Gr. 2	Gr.7		* sur éléments < à 0,4mm
3	P9	1,30 1,80		Limon vaseux plastique très mou, quelques radicelles HCl -	64,5 63,3 56,5 61,7 62,8	1,60 1,59 1,61 1,58 1,59	0,97 0,97 1,03 0,98 0,98			LL = 73,5 LP = 31,1 IP = 42,4 IC = 0,21	Gr.1	0,20	0,13 0,24 0,12	2	C.L. Gr. 5	Gr.8		
4	23	2,50 3,00		Limon sablo-argileux jaune-beige, marbré gris HCl -	30,5 32,2 32,5 33,4 34,9	1,93 1,93 1,92 1,91 1,85	1,48 1,46 1,45 1,43 1,37			LL = 41,8 LP = 18,3 IP = 23,5 IC = 0,39	Gr.1	0,45	0,11 0,28 0,06	2 à 5	N.C.R. Gr. 3	Gr.9		
5	24	2,75 3,25		Limon sablo-argileux jaune-beige en tête, puis noirâtre à la base HCl -	33,5 32,9 35,1 50,1 54,3	1,90 1,89 1,88 1,70 1,70	1,43 1,42 1,39 1,13 1,10			LL = 36,0 LP = 20,6 IP = 15,4 IC = 0,14	Gr.1	0,25	0,11 0,06 0,11	3	N.C.R. Gr. 4	Gr.10		

				Gr. 203	29,2 29,0 23,4 23,8 <u>26,3</u>	1,80 1,86	1,39 ^x 1,44		LL = 75,8* LP = 29,8 IP = 46,0	Gr. 11						Gr. 13 w _{opt} = 25,3% γ _{d opt} = 1,57t/m ³	^x mesuré sur des mottes * sur éléments < à 0,4mm
				Gr. 301	29,8 28,0 27,3 15,9 20,1 <u>24,2</u>	1,77 1,73	1,37 ^x 1,33		LL = 74,5* LP = 30,0 IP = 44,5								^x mesuré sur des mottes * sur éléments < à 0,4mm
				Gr. 302	25,6 17,3 20,8 <u>21,2</u>	1,82 1,81	1,45 ^x 1,45		LL = 67,5* LP = 30,0 IP = 37,5								^x mesuré sur des mottes * sur éléments < à 0,4mm
				Gr. 303	23,0 25,0 26,4 <u>24,8</u>				LL = 64,5* LP = 29,9 IP = 34,6	Gr. 11			N.C.R. Gr. 15 Gr. 16 Gr. 17	Gr. 18 Gr. 19	Gr. 14 w _{opt} = 24,8% γ _{d opt} = 1,58t/m ³	* sur éléments < à 0,4mm	

BARRAGE DE MOPFOU AMONT

MECASOL

Argile latéritique en vrac

Dossier: 28-68

N° Ech.	N° Sond.	Prof. en m.	Cote	Nature de l'échantillon	W %	γ t/m ³	γ_d t/m ³	γ_s t/m ³	S %	Limites Atterberg LL - LP - IP	Granulométrie	R _c en bars	C en bars	R _p en bars	Triaxiaux	Œdomètre	Proctor	Observations
				Gr. 401 (comprend des débris d'embrechite)	22,7 19,5 21,8 19,7 Moy. 20,9	1,79 1,85	1,46 ^x 1,51			LL = 70,0* LP = 29,1 IP = 40,9								x. mesuré sur des mottes * sur éléments < à 0,04mm
				Gr. 402	26,9 24,6 26,3 26,2 Moy. 26,0					LL = 69,5* LP = 29,4 IP = 40,1	Gr. 11							* sur éléments < à 0,04mm