

## TABLE DES MATIERES

|  | <u>PAGES</u> |
|--|--------------|
| <u>PREMIER CHAPITRE</u> - Barrages du Fleuve Sénegal .....   | 1            |
| 1.1 - Généralités .....  | 1            |
| 1.2 - Barrages prévus par le plan .....  | 1            |
| 1.3 - Barrage de Manantali .....   | 3            |
| 1.3.1. - Etude préinvestissement pour la régularisation du fleuve Sénegal - Aménagement de de Manantali - Matériaux de construction. | 3            |
| 1.3.2. - Etude d'exécution du barrage et de l'usine hydro-électrique de Manantali .....  | 4            |
| 1.4. - Barrage de Diama .....  | 4            |
| <u>DEUXIEME CHAPITRE</u> - Ciment .....  | 5            |
| II.1 - Production actuelle et sortes de ciment dans les pays de l'OMVS .....   | 5            |
| II.2 - Production prévue dans les pays de l'OMVS .....   | 9            |
| II.3 - Ciment pour les Barrages .....  | 14           |
| <u>TROISIEME CHAPITRE</u> - Béton pour les barrages .....  | 23           |
| III.1 - Béton de masse .....   | 23           |
| III.2 - Béton pour construction ordinaire .....  | 23 (bis)     |
| <u>QUATRIEME CHAPITRE</u> - Agrégat pour les barrages .....  | 25           |
| IV.1 - Agrégats pour le barrage de DIAMA .....   | 25           |
| IV.2 - Agrégats pour le barrage de MANANTALI .....   | 34           |

.../...

|   | <u>PAGES</u> |
|---|--------------|
| <u>CINQUIEME CHAPITRE</u> -      Essais préliminaires pour les barrages   | 36           |
| <u>SIXIEME CHAPITRE</u> -      Matériaux de construction .....  | 38           |
| VI.1.1.      Généralités .....  | 38           |
| VI.1.2.      Traitement pour obtenir les meilleures conditions .....  | 39           |
| VI.2. <u>Détermination des conditions de participation des laboratoires nationaux de Travaux Publics du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal au développement de l'Industrie des Travaux Publics.</u> | 40           |
| VI.2.1      Essais préliminaires (DAKAR) .....  | 41           |
| VI.2.2      Equipement supplémentaire .....   | 45           |
| VI.2.3      Essais préliminaires (BAMAKO) .....   | 50           |
| VI.2.4      Equipement supplémentaire .....   | 54           |
| (pour le laboratoire de Bamako)   |              |
| VI.2.5      Essais préliminaires (NOUAKCHOTT) .....   | 59           |
| VI.2.6      Equipement supplémentaire pour le laboratoire de Nouakchott .....   | 63           |
| <u>SEPTIEME CHAPITRE</u> -      CONCLUSION  |              |
| Appendice I .....   | 68           |
| Appendice II .....  | 71           |
| Bibliographic et renseignements .....   | 73           |

## *Chapitre I*

### BARRAGES SUR LE FLEUVE SENEGAL

#### *I. 1 - GENERALITES*

*La maîtrise des eaux du Sénégal a toujours été un objet de préoccupation majeure de la part des Etats Riverains de ce fleuve :*

- République du Sénégal
- République du Mali
- République Islamique de Mauritanie

*L'OMVS sur un plan régional pose le problème d'étudier et de définir la manière la plus efficace d'assurer la régularisation des débits du fleuve Sénégal pour, entre autres objectifs, aider le développement de l'agriculture dans la vallée, améliorer la navigabilité depuis Kayes jusqu'à la mer et fournir de l'énergie hydroélectrique nécessaire pour l'exploitation des ressources minérales et pour le développement industriel du Sénégal, du Mali, et de la Mauritanie.*

#### *I. 2 - BARRAGES PREVUS PAR LE PLAN*

*Les barrages prévus sont de 3 types :*

- a) Ouvrages de régularisation pour l'irrigation, la navigation et la production d'énergie
- b) Ouvrages pour la production d'énergie hydro-électrique seule
- c) Ouvrages d'irrigation et anti-sel .

c) Ouvrages d'irrigation et anti-sel

Barrage de Diana - le barrage du Delta, avec les fonctions principales :

- 1 - D'arrêter la langue salée d'origine marine.
- 2 - Donner environ 50 000 ha en double culture.
- 3 - De permettre le remplissage des lacs et dépression de Guiers, R'Kiz et Aftout-Sahel.

Le plan prévu de construction de barrages prévoit un investissement d'environ 1,5 milliards de dollars pour les 25 années à venir.

1.3. - BARRAGES DE MANANTALI

1.3.1. - Etude préinvestissement pour la régularisation du fleuve Sénégal  
Aménagement de Manantali - Matériaux de construction (1)

a) Barrage en contreforts et ouvrages annexes

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| - Béton de masse ..... | 1 335 000 m <sup>3</sup> |
| - Béton armé .....     | 55 000 m <sup>3</sup>    |
| - Armatures .....      | 4 300 t                  |

b) Usine hydroélectrique et poste de couplage

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| - Béton armé ..... | 23 300 m <sup>3</sup> |
| - Armatures .....  | 1 400 t               |

TOTAL

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Béton de masse ..... | 1 335 000 m <sup>3</sup> |
| Béton armé .....     | 78 000 m <sup>3</sup>    |
| Armatures .....      | 5 700 t                  |

**1.3.2. - Etude d'exécution du barrage et de l'usine hydroélectrique de Manantali (2)**

Dans cette étude au chapitre B.2.4. Essai sur les matériaux de construction page 18-20 (appendice I). Les essais qui sont prévus ne correspondent pas au béton de masse.

(1) Volume 7 (7-2-28) Sénégal-Consult - correspond seulement à l'un des 2 types étudiés par Sénégal-Consult. Ces chiffres sont donnés à titre indicatif.

(2) RRI - TRACTIONNEL - STUCKY - SONED.

Les essais prévus correspondent seulement pour béton jusqu'au diamètre maximum de 30 mm.

Les essais de ciment avec les caractéristiques essentielles ne sont pas prévus.

Pour un béton de masse, il faut prévoir un ciment de faible chaleur d'hydratation, avec dosage du ciment minimum possible (deuxième et troisième chapitre de cette étude).

**1.4. - BARRAGE DE DIAMA**

Le barrage mobile prévu comporte un seuil en béton de 170 m de long, surmonté de 9 piles de 3,50 m de large, délimitant 10 passes de 13,50 m de largeur, équipé de vannes secteur de 11 m de hauteur. (rapport SOGREAH, 1972).

Dans le cahier de prescriptions spéciales, au chapitre B.2 - Géotechnie et essais de matériaux page 9, (appendice II), aucun essai de matériaux de construction n'est prévu.

Pour un béton de masse (épaisseur plus d'un mètre), il faut prévoir un ciment de faible chaleur d'hydratation avec dosage du ciment minimum possible (deuxième et troisième chapitre de cette étude).

## Chapitre II

### CIMENT

#### III. 1 - PRODUCTION ACTUELLE ET SORTES DE CIMENT DANS LES PAYS DE L'OMVS.

##### III.1.1 - Production actuelle et sortes de ciment au Sénégal

###### a) Production actuelle

L'industrie du ciment au Sénégal - SOCOCIM- Rufisque avec une production actuelle de 400 000 t/an. (Fig 1)

La consommation du Sénégal en 1976 était environ de 380 000 t, avec l'augmentation de la consommation en 1977, il n'y aura pas de possibilité d'exportation.

###### b) Sortes de ciment

La SOCOCIM à Rufisque produit les sortes de ciment avec les désignations et appellations normalisées suivantes :

- 1) Ciment à haute résistance initiale HRI 315/400
- 2) Ciment Portland artificiel CPA à haute résistance 210/325
- 3) Ciment portland artificiel CPA à haute résistance maritime sans constituant secondaire 210/325.

(Table I)

La production de CPA à haute résistance 210/325 est 95 % de la production et seulement 5 % constituant la production des 2 autres sortes de ciment.

Les prix du ciment sont 9 500 F.CFA par tonne hors taxe.

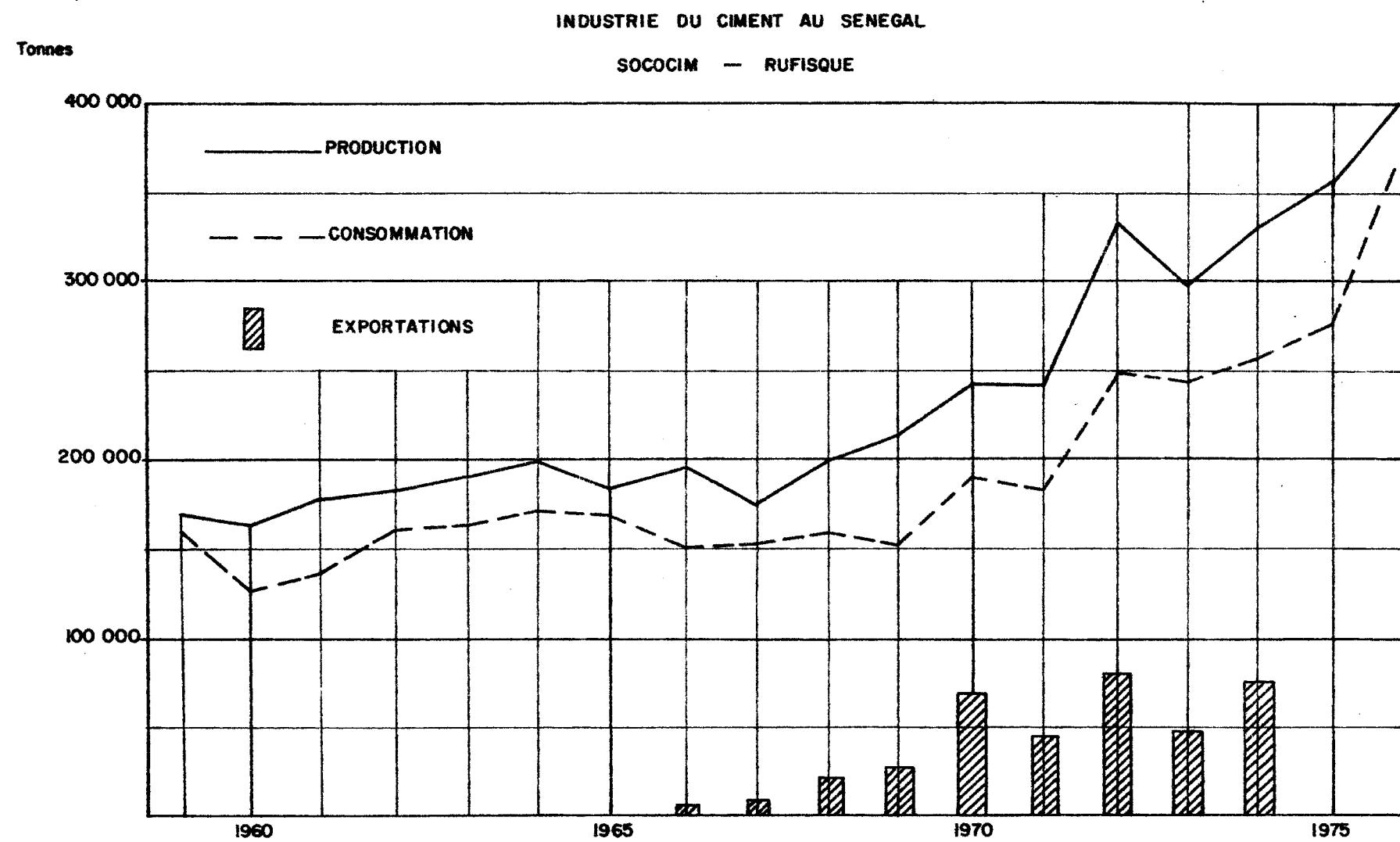


Fig. 1

## CARACTERISTIQUES DES CIMENTS - PRODUCTION

NOVEMBRE 1976

| DESIGNATION                         | APPELLATION.<br>NORMATIVE<br>LISEE.                    | CLASSE DE RESISTANCE |              |              |            |            |            | CARACTERISTIQUES CHIMIQUE |          |                  |                                |                                |                 |                                |                  |
|-------------------------------------|--|----------------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|---------------------------|----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|
|                                     |  | COMPRESSION          |              |              | TRACTION   |            |            | CaO                       | MgO      | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SO <sub>3</sub> | C <sub>3</sub> A               | C <sub>3</sub> S |
|                                     |  | 2j                   | 7j           | 28j          | 2j         | 7j         | 28j        |                           |          |                  |                                |                                |                 |                                |                  |
| Ciment à haute résistance initiale. | H. R. I.   | 150<br>(248)         | 315<br>(389) | 400          | 18<br>(54) | 25<br>(72) | 30         | (64, 83)                  | (3, 12)  | (21, 46)         | (1, 83)                        | (3, 28)                        | (2, 33)         |                                |                  |
| Ciment Portland artificiel.         | C. P. A. à haute résistance                            |                      | 210<br>(211) | 325<br>(343) |            | 20<br>(46) | 25<br>(64) |                           | (55, 10) | (2, 94)          | (20, 95)                       | (1, 97)                        | (3, 20)         | (2, 48)                        |                  |
| Ciment Portland artificiel.         | C. P. A. à haute maritime sans constituant secondaire. |                      | 210<br>(156) | 325<br>(263) |            | 20<br>(36) | 25<br>(55) |                           | (64, 75) | (2, 62)          | (22, 28)                       | (2, 00)                        | (3, 38)         | (1, 94)<br>(5, 58)<br>(63, 10) |                  |

( ) Essais laboratoire

$$\approx (C_3A) + 0,27 (C_3S) = 23,5 \text{ p. } 100$$

$$(5,58) + 0,27 (63,10) = 23,5 \text{ p. } 100$$

*Pour la chaleur d'hydratation (une des plus importantes caractéristiques de ciment pour la production de béton de masse) il existe seulement 2 résultats d'essais pour le ciment maritime CPA 325 :*

Premier (20 février 1976)

*Laboratoire à Viviers (France) avec calorimètre de Langavant.*

*Chaleur d'hydratation après 7 jours*

- 73,5 Cal/g
- 74,0 Cal/g

*Cette méthode donne par rapport à la méthode de dissolution des résultats supérieurs d'environ 4 à 6 Cal/g.*

Deuxième

*Laboratoire bâtiments - Paris, par méthode ASTM (méthode de dissolution)*

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| <i>Après 3 jours .....</i> | <i>55 Cal/g</i> |
| <i>" 7 jours .....</i>     | <i>63 Cal/g</i> |
| <i>" 28 jours .....</i>    | <i>84 Cal/g</i> |
| <i>" 90 jours .....</i>    | <i>98 Cal/g</i> |

II. 1. 2 - Production actuelle et sortes de ciment au Mali

a) Production actuelle

*L'industrie du ciment au Mali à Diamou a une production de 50 000 tonnes/an.*

*La consommation du Mali en 1974 était environ de 90 000 t, c'est-à-dire, que l'importation actuelle est d'environ 40 000 t/an.*

b) Sortes de ciment

*La cimenterie de Daimou produit une seule sorte de ciment : Ciment Portland artificiel CPA à haute résistance 210/325.*

### II. 1. 3 - Production actuelle et sortes de ciment en Mauritanie

#### a) - Production

*Actuellement, la production du ciment n'existe pas en Mauritanie. La consommation actuelle est environ de 50 000 t/an. L'importation du ciment du Sénégal en 1975 a été de 43 € 78 t. Cette année, la Mauritanie a importé des Iles Canaries du Ciment portland artificiel.*

#### b)- Sortes de ciment

*Ciment d'importation*

*Sénégal Rufisque - CPA 325*

*Gran Canaria - Ciment pouzzolanique PUZ 320, équivalent en résistance au BSS 12/1958 - Avec 20-33 % de pouzzolane naturel.*

### II. 2. - PRODUCTION PRÉVUE DANS LES PAYS DE L'CMVS

#### II. 2. 1 - Production prévue au Sénégal

*Il existe 2 possibilités pour l'augmentation de la production du ciment au Sénégal.*

#### a) - Extension de la production actuelle de la cimenterie de Rufisque en 2 phases :

*Première phase : amélioration technique avec un nouveau broyeur extension de 100 000 t/an.*

*Deuxième phase : construire un nouveau four de 1600 t/jour (longueur 50-90. m et diamètre 4,20 m) avec une production annuelle d'environ 500 000 t/année.*

#### b) - Construction d'une nouvelle cimenterie

*A Pout, près de Thiès, avec une production de 500 000 t/an avec possibilité d'extension. La production est prévue pour 1981. (1977 pour la fin des études et la recherche de financements - 1978 - 1981 pour la construction et l'équipement).*

### II. 2.2 - Production prévue au Mali (1)

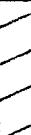
Avec une consommation d'environ 200 000 t/an en 1985 (Fig. 2) sur la base d'augmentation de 7%/an de la consommation actuelle. Avec la réalisation du barrage de Manantali, et avec une production actuelle de seulement 50 000 t/an, avec le prix de 45 000 FM (95 US \$ par tonne) la construction de la nouvelle cimenterie prévue avec une capacité de 300 000 t/an, une urgence exceptionnelle. (Fig. 3).

Il est nécessaire que les programmes d'étude (réalisée actuellement par un groupe allemand) de construction de l'usine et de mise au point de la fabrication soient réalisés dans les délais les plus courts qui sont techniquement possibles (Fig. 3). La solution d'importer le ciment à partir du Sénégal comporte 3 grandes difficultés :

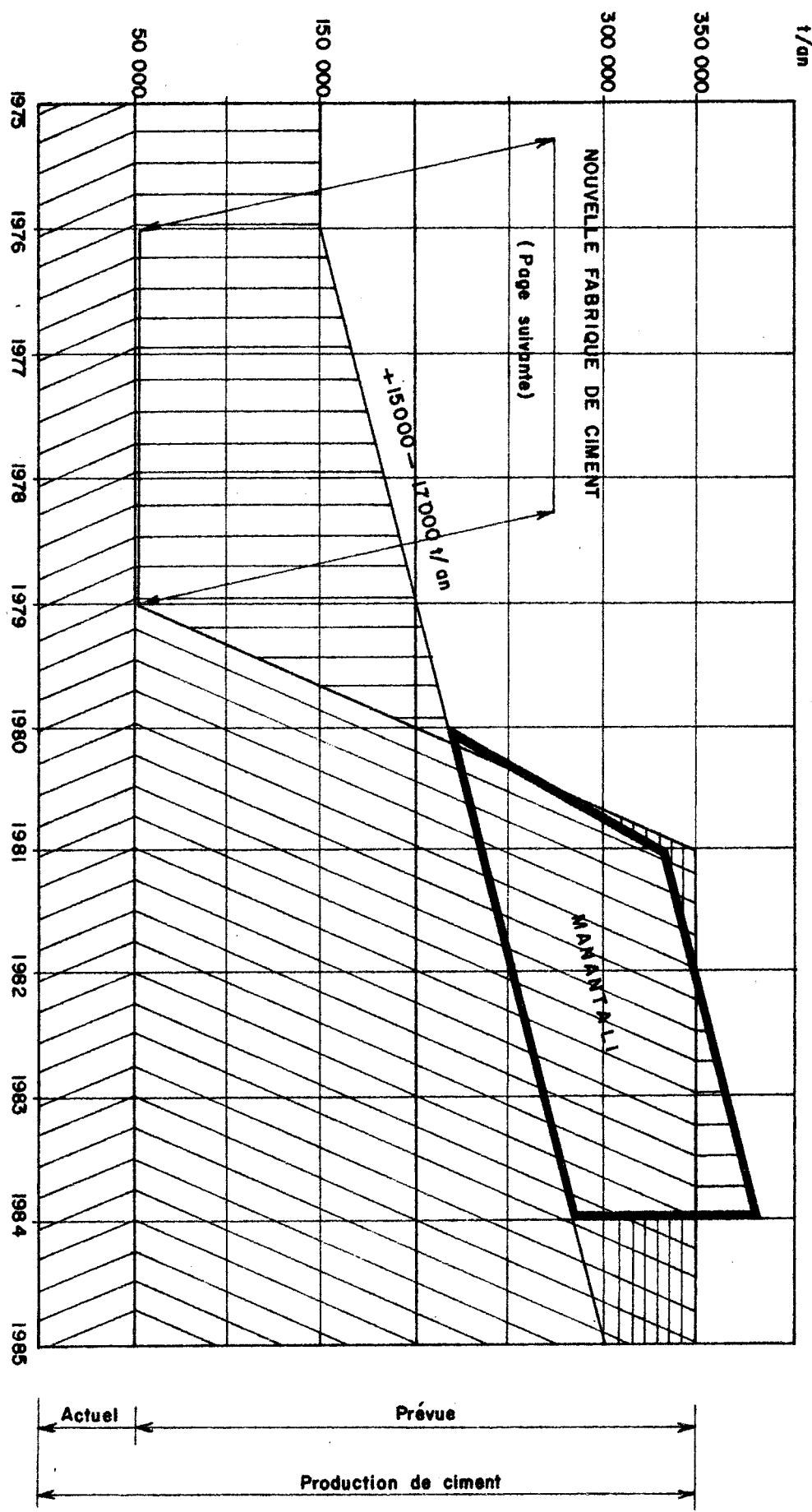
1 - Transport du ciment (clinker) de Dakar à Manantali (Fig. 4) environ 850 km par chemin de fer et 85 km par la route de Mahina à Manantali.

2 - Le transport du ciment n'est pas une solution satisfaisante, à cause de la possibilité d'hydratation du ciment pendant le transport (humidité très élevée). Dans ce cas, il faut transporter le clinker et faire le broyage aux environ du site du barrage. Il faudrait alors construire des bâtiments, (silos) installer un broyeur, un laboratoire, etc. dont les coûts représentent environ 15-20 % du coût de construction d'une cimenterie.

3. Actuellement, il n'existe pas de possibilité d'importation de ciment à partir du Sénégal.

 Production actuelle

 Production prévue pour la nouvelle cimenterie



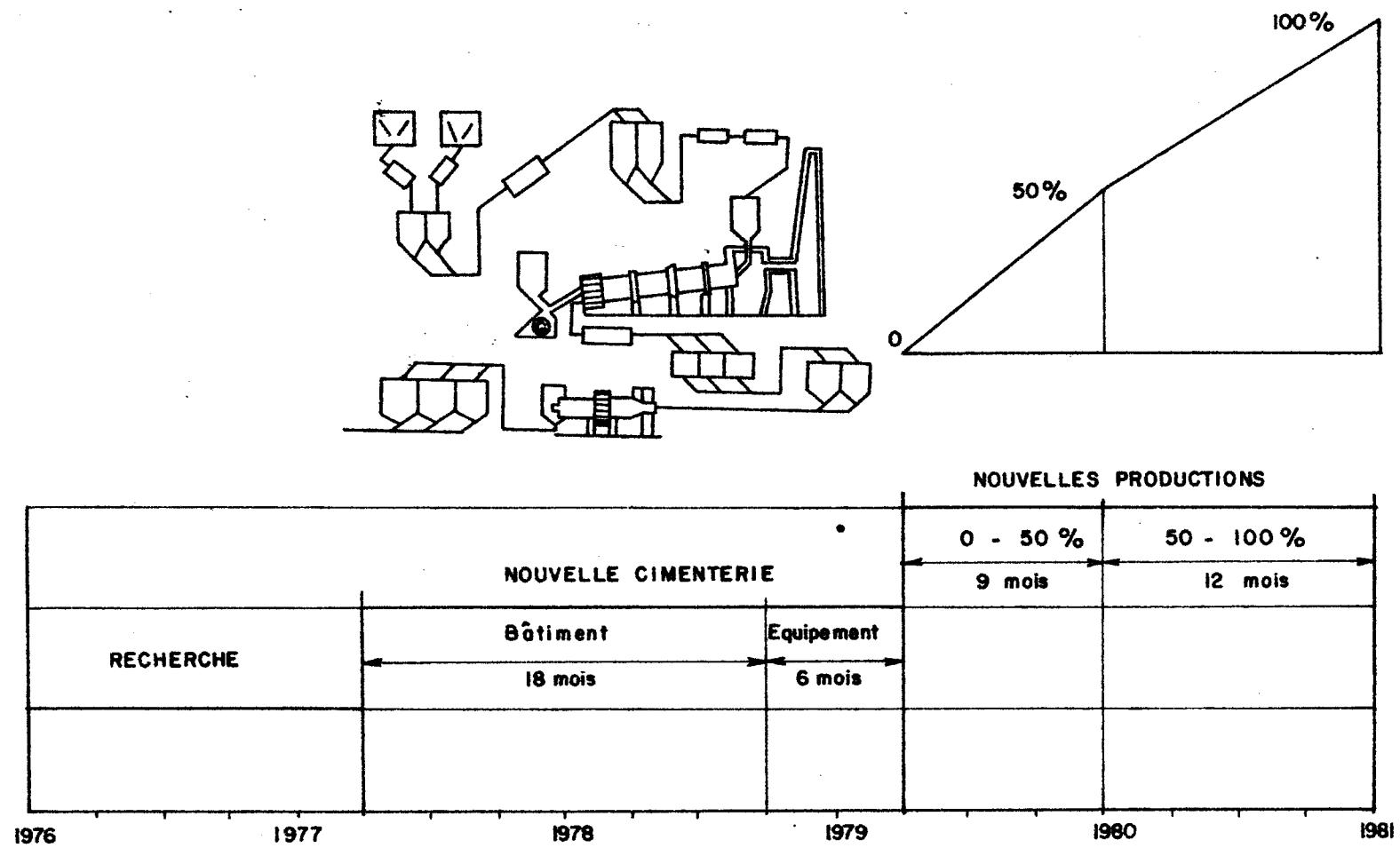


Fig. 3

Coût du transport actuel :

Par chemin de fer : 8 F CFA t/km

Par route : 15 F CFA t/km

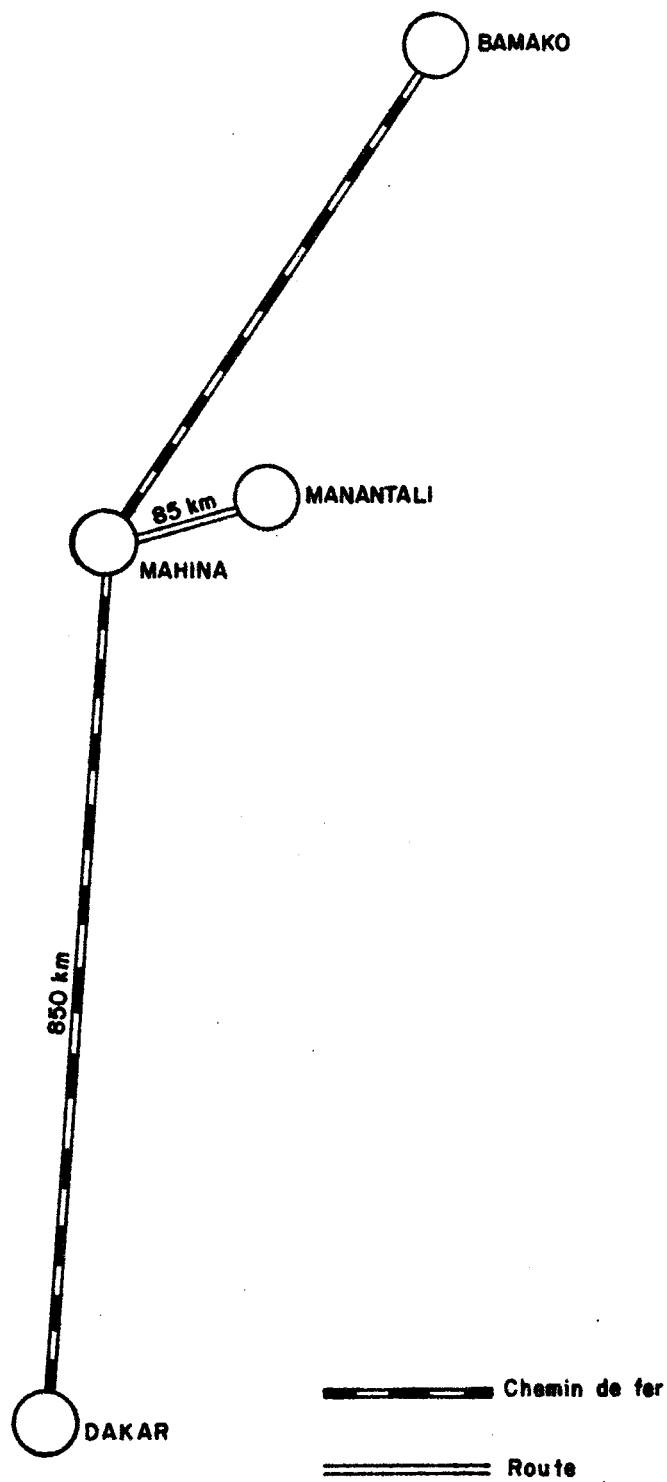


Fig. 4

### II.2.3 - Production prévue en Mauritanie

Pendant ces 2 dernières années, on a procédé à l'étude d'une production d'environ 100 000 t/an, avec 2 solutions :

- 1 - Solution provisoire consistant à importer du clinker et à le broyer, dans la région de Nouakchott.
- 2 - La construction d'une cimenterie intégrée dans la région d'Akjoujt à environ 200 ou 250 km de Nouakchott.

Les résultats de cette étude seront disponibles en avril 1977.

### II.3 - CIMENT POUR LES BARRAGES

#### Qualité de ciment pour les barrages

Pour le béton de masse, il faut choisir des ciments faiblement exothermiques présentant des retraits thermiques peu importants. Les résistances n'ont en général, dans ce cas, pas besoins d'être très élevées.

- Ciment faiblement exothermique - avec chaleur d'hydratation faible 7 jours, une chaleur d'hydratation de 50 - 55 cal/g (max. 60 cal/g) et après 28 jours 65 - 70 cal/g.

|             |                      |                         |
|-------------|----------------------|-------------------------|
| • Ordinaire | après 7 jours .....  | 80 - 90 cal/g (CPA 250) |
|             | après 28 jours ..... | 100 - 130 cal/g         |

|                        |                     |                          |
|------------------------|---------------------|--------------------------|
| • A haute résistance : |                     |                          |
|                        | après 7 jours ..... | 90 - 100 cal/g (CPA 325) |

|                                 |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|
| • A haute résistance initiale : |                     |                     |
|                                 | après 7 jours ..... | 100 cal/g (HRI 400) |

On peut faire du ciment à faible chaleur d'hydratation par 2 possibilités :

a) - Ciment Portland artificiel clinker avec un pourcentage de 20 - 60 de laitier, cendres ou pouzzolane naturel.

b) - Ciment Portland artificiel sans constituants secondaires  
 par les normes ASTM pour le ciment de faible chaleur d'hydratation on a prévu :

- Maximum  $C_3S$  ..... 35 % (tricalcium silicate)
- Minimum  $C_2S$  ..... 40 % (dicalcium silicate)
- Maximum  $C_3A$  ..... 7 % (tricalcium aluminate)

a1.) Ciment Portland artificiel clinker avec pourcentage de 20 - 60 de pouzzolane naturel.

Puisqu'on n'a pas la possibilité d'utiliser le laittier ou les cendres volantes, qui n'existent pas dans les Etats du Sénégal, du Mali et de la Mauritanie.

Il faut chercher la possibilité de trouver les pouzzolanes naturels dans les environs immédiats.

(Economie de transport à la cimenterie)

Les pouzzolanes sont des produits naturels d'origine volcanique composés essentiellement de silice, silice alumine et oxyde ferrique. Ils sont employés dans la fabrication du ciment pour leur propriété "Pouzzolanique" qui vient de  $SiO_2$  actif (une phase amorphe) qui fixe la cahux qui se libère par l'hydratation de  $C_3S$  et  $C_2S$ .

En plus, dans le phénomène "pouzzolanique", la pouzzolane ne se limite pas seulement à la fixation de l'hydrocide calcique libérée dans l'hydratation du ciment portland, sinon qu'également, elle peut réduire la basicité des silicates hydratés, affermissant encore plus la réduction de la basicité de la pâte et, pour autant, sa stabilité face aux moyens agressifs de type chimique.

a2.) Production de ciment portland artificiel clinker avec pouzzolane naturel.

*Jusqu'au broyage, il n'y a aucune différence dans la technologie de production du ciment portland artificiel et du ciment portland artificiel clinker avec pouzzolane naturel (Fig. 5)*

*Si nous considérons qu'une tonne de clinker de ciment consomme 100 kg de fuel-oil pour sa cuisson (80 kg minimum), le simple fait de substituer les 30 % de ce clinker par du pouzzolane, par exemple, économise 30 kg de fuel-oil pour chaque tonne qui sort sur le marché.*

*Naturellement, se créent de nouveaux frais d'exploitation d'une carrière et le transport du matériel à la fabrique, mais l'on a obtenu l'objectif principal d'économiser l'énergie thermique.*

b...) Caractéristique du ciment portland artificiel clinker avec pouzzolane naturel

*Le ciment portland artificiel clinker avec pouzzolane naturel présente les caractéristiques suivantes :*

*1 - La chaleur d'hydratation est faible pour un pourcentage de pouzzolane de plus de 20 %.*

*Il substitute une part du ciment portland par du pouzzolane, la chaleur développée dans l'hydratation diminuera avec le temps dans une proportion pratiquement proportionnelle à la pouzzolane ajoutée et la réduction de la tendance à la fissuration d'origine thermique.*

*2 - La résistance en compression jusqu'aux 28 ou 60 jours est moyenne en comparaison avec le ciment portland artificiel même clinker. Mais, après 28 ou 60 jours, la résistance augmente plus vite que pour le portland ciment artificiel sans constituant secondaire. (Fig. 6).*

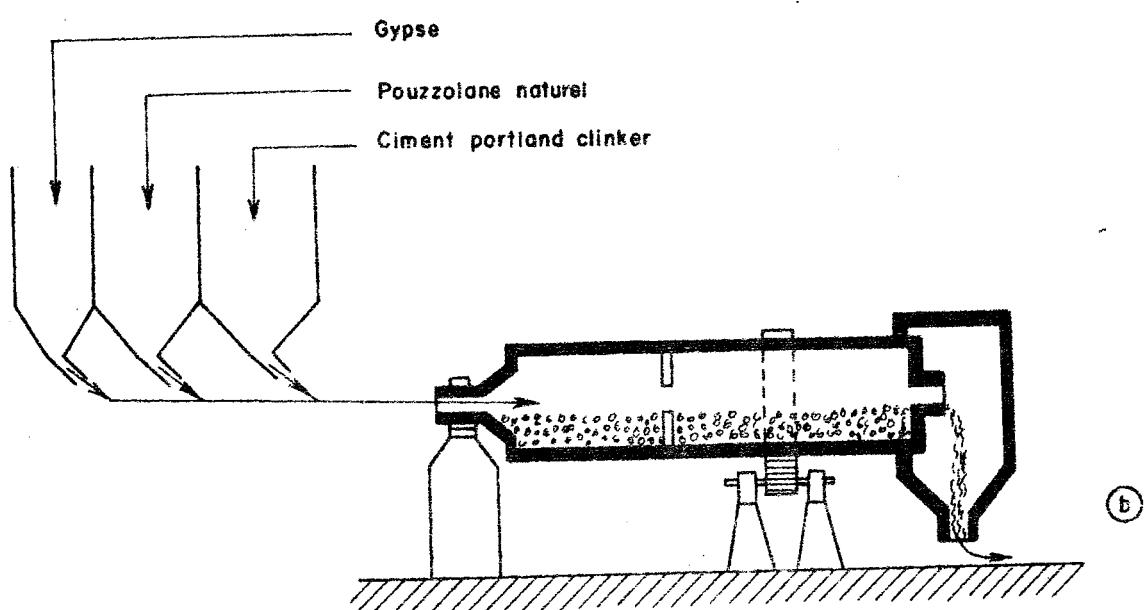
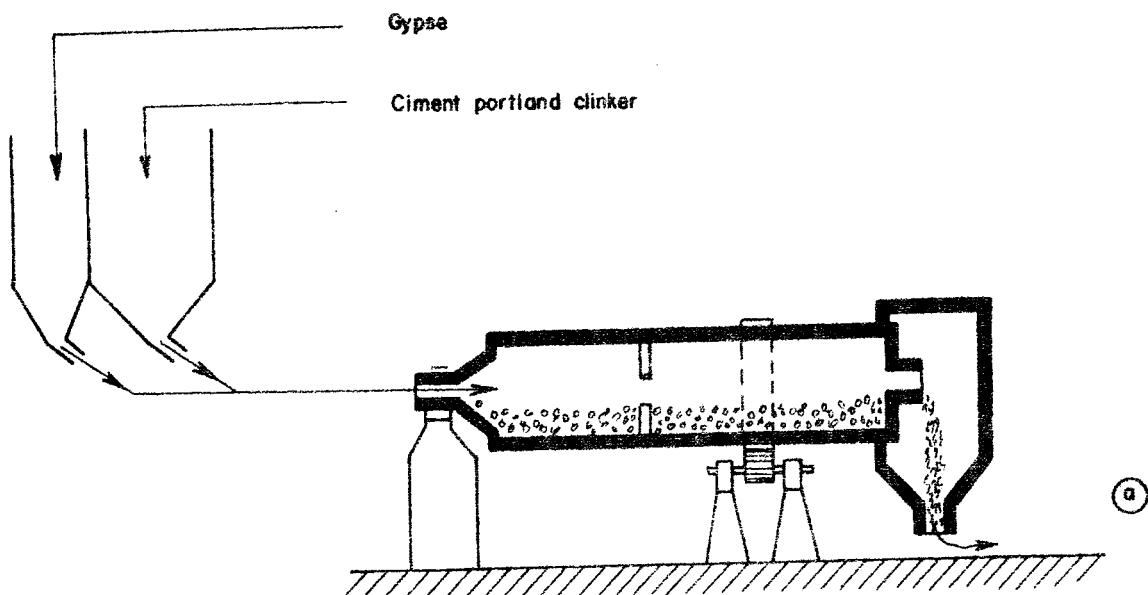
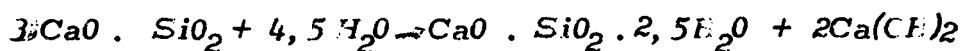
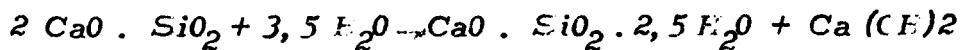


Fig. 5      a - Production de ciment portland artificiel

b - Production de ciment portland artificiel avec pouzzolane naturel

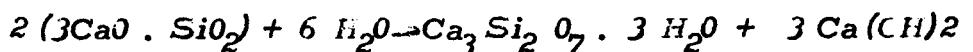
**3 - La résistance chimique en ambiances agressives.**

Dans cet aspect, nous rappelerons que le ciment portland hydraté et endurci, par sa grande quantité de chaux libérée (par le Chatelier).



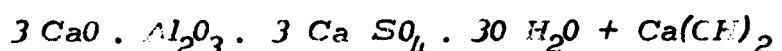
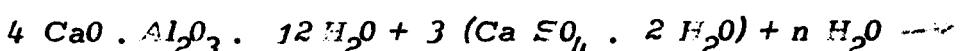
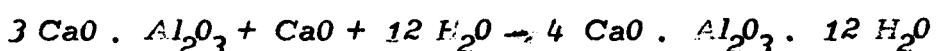
ou par sa nouvelle théorie - le silicate tricalcique anhydre.

$3 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  donne par hydratation un silicate hydraté, la tobermorite et de l'hydroxyde de chaux

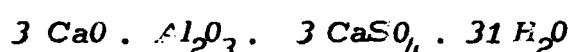
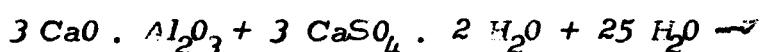


Est hautement basique et, par constitution  $\text{C}_3\text{A}$  - plus ou moins grande quantité, est vulnérable à l'attaque de sulfates en général (terrains et eaux séléniteux, eau de mer etc...).

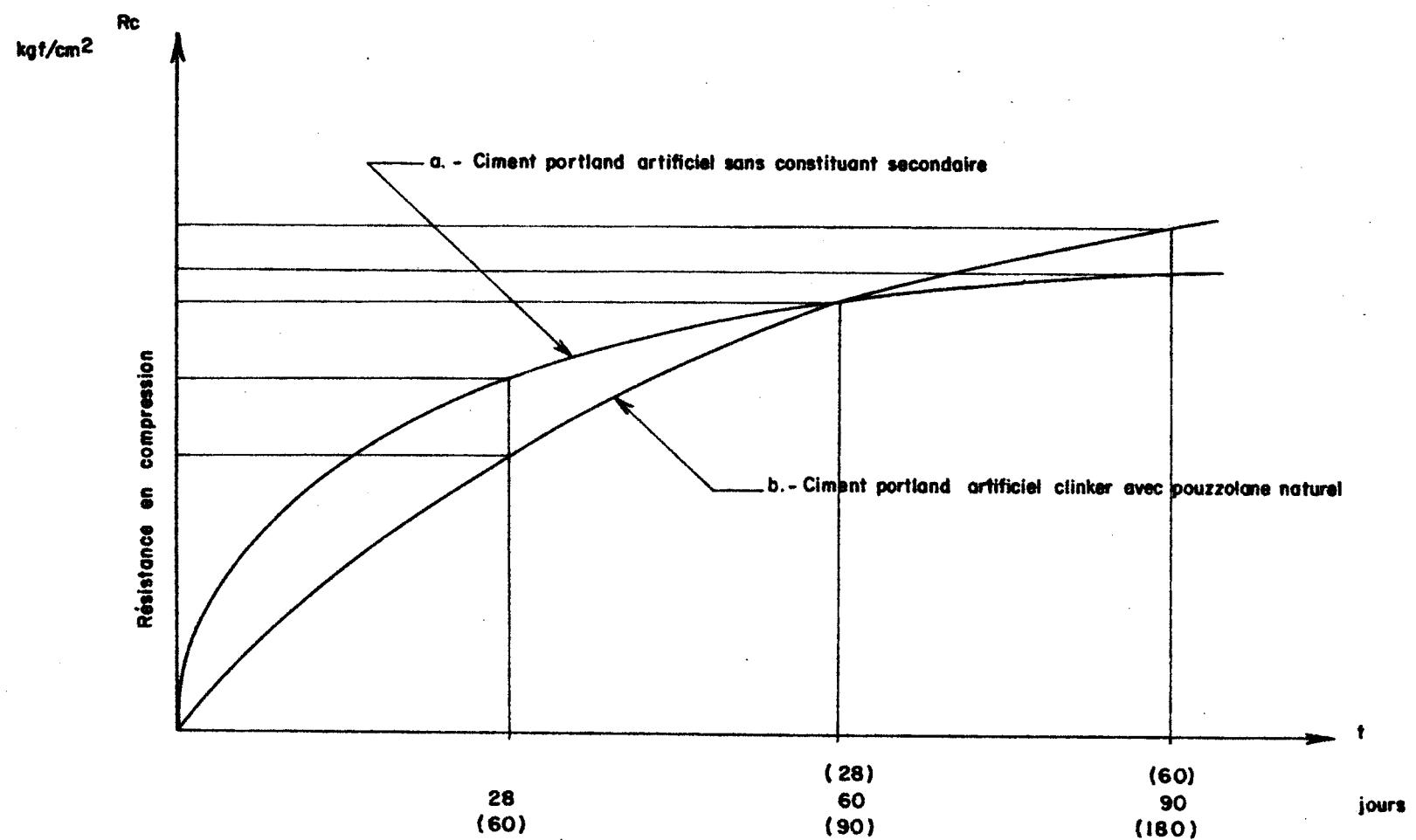
(par Lafuma)



(par la nouvelle théorie) :



Les deux choses de possible agression - chaux libérées et l'aluminate tricalcique, peuvent arriver à se réduire et jusqu'à s'annuler en présence de la pouzzolane.



**Fig. 6 Résistance en compression**

a - Ciment portland artificiel sans constituant secondaire

b - Ciment portland artificiel clinker avec pouzzolane naturel

*La réaction chaux-pouzzolane produit des constituants hydratés stables.*



*qui tendent à remplir les espaces vides, renforçant la capacité et l'étanchéité du mortier, qualité de grande valeur dans le travail qui doit supporter le continual contact avec l'eau (les barrages, les ports, etc...) - plus grande imperméabilité et par conséquent, moins de tendance au délavage de la chaux par les eaux pures aux acides et à la formation d'efflorescences.*

#### **b2) Ciment Portland artificiel sans constituant secondaire**

*Pour la production de ciment portland artificiel sans constituant secondaire avec faible chaleur d'hydratation, il faut produire un ciment de faible pourcentage de  $C_2S$  et  $C_3A$ , car ces principaux constituants du clinker donnent une haute chaleur d'hydratation (table II).*

*Avec l'augmentation de  $C_2S$ , la résistance en compression ne devient appréciable qu'après 90 jours. (Fig. 7).*

*La finesse du ciment (par Blaine) ne doit pas être plus élevée que  $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ . (Fig. 8).*

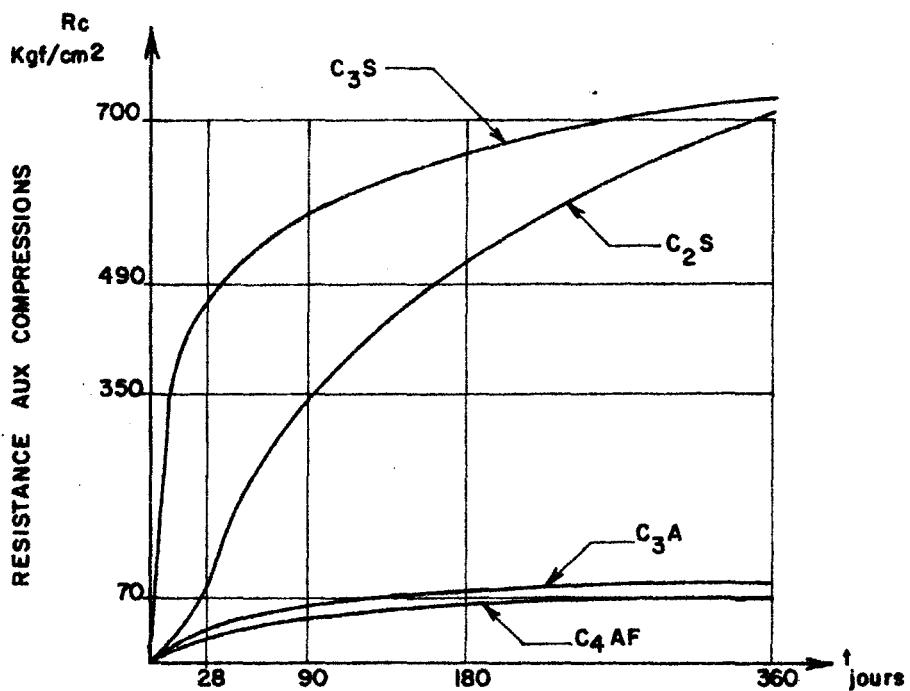


Fig. 7 Résistance aux compressions des quatres constituants du clinker

Table II

CHALEUR D'HYDRATATION DES QUATRE PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU CLINKER

| PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU CLINKER  | CHALEUR D'HYDRATATION (Cal/g) |          |           |             |
|---|-------------------------------|----------|-----------|-------------|
|   | 7 jours                       | 28 jours | 180 jours | Après TOTAL |
| 3 CaO. SiO <sub>2</sub> (ou C <sub>3</sub> S)   | 110                           | 120      | 120       | 120         |
| 2 CaO. SiO <sub>2</sub> (ou C <sub>2</sub> S)   | 20                            | 45       | 60        | 62          |
| 3 CaO. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ou C <sub>3</sub> A)                                   | 185                           | 205      | 207       | 207         |
| 4 CaO. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ou C <sub>4</sub> AF) | 40                            | 50       | 70        | 100         |

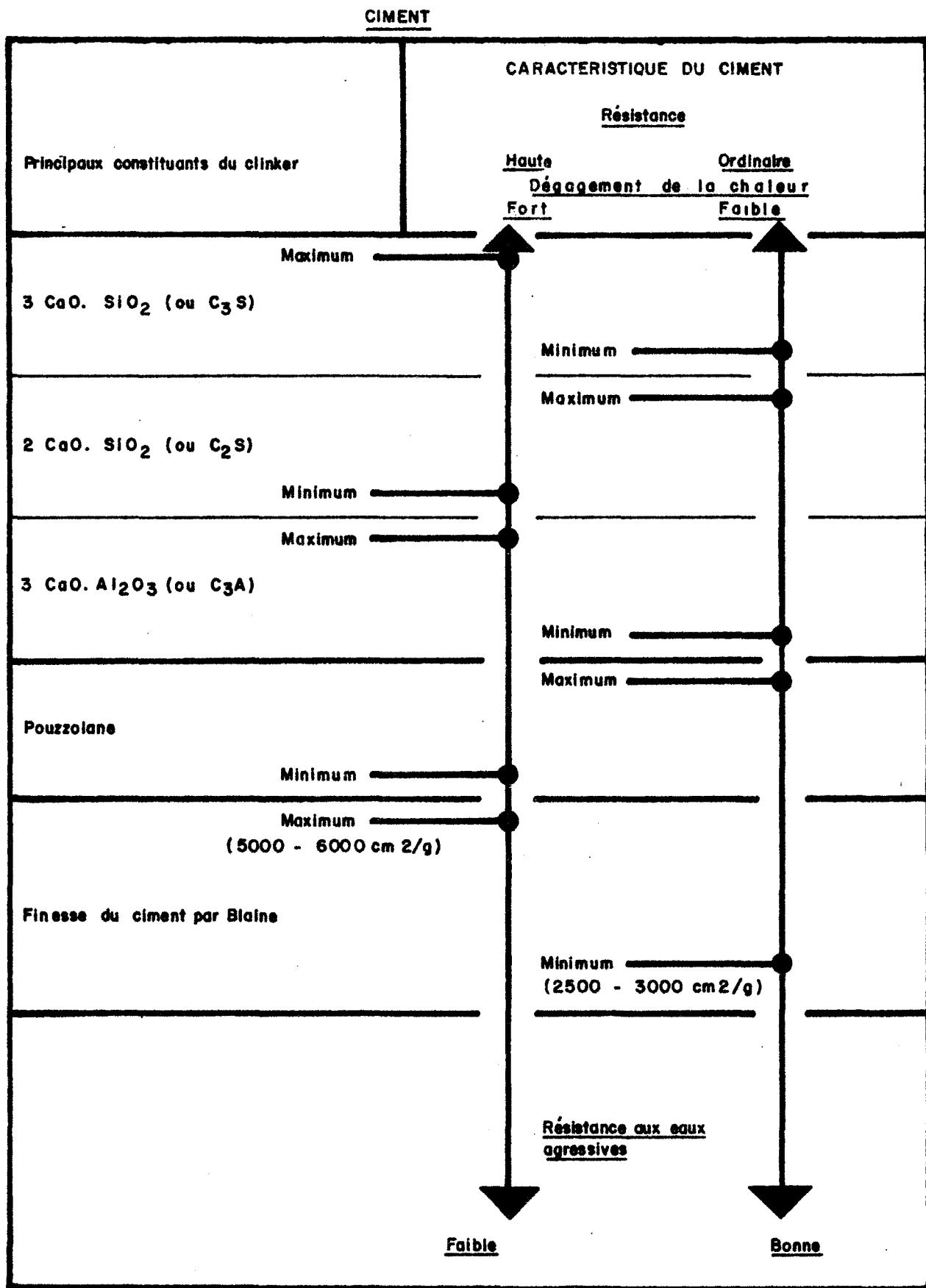


Fig. 8

## Chapitre III

### BETON POUR LES BARRAGES

#### III. 1 - BETON DE MASSE

*Pour faire un béton de masse dans une région, à une température très élevée, il faut compter, en plus, sur la température du béton frais et aussi pendant le durcissement.*

*Pour cette raison, il faut produire les bétons de masse de manière suivante :*

- a) Ciment avec une faible chaleur d'hydratation
- b) Dosage de ciment minimum possible
- c) Agrégat de bonne qualité - résistance en compression minimum  $800 \text{ kgf/cm}^2$ .
- d) Granulat de diamètre maximum (120 à 125 mm).
- e) Dosage d'eau minimum possible pour déterminer la densité et la perméabilité maximale. Pour cela, il faut utiliser aussi les fluidifiants.
- f) Il faut bétonner avec une aiguille vibrante de 100 ou 125 mm.
- g) Pour une possibilité de mise en place d'une grande quantité de béton avant le début de prise, il faut utiliser les adjuvants retardateurs.

*A la figure 9 est donné le schéma pour obtenir la densité maximum possible pour le béton de masse.*

*Dans le projet de construction et dans le projet de béton pour le massif objet hydrothermique (béton de masse), il faut proposer la température maximale de béton qu'on peut obtenir pour le dégagement de chaleur pendant le procédé d'hydratation de ciment, et les règles pour obtenir la régularisation du régime de la température du béton pour annuler la possibilité de fissuration.*

*Dans les régions dont la température de l'air est très élevée, il est très souvent nécessaire d'obtenir une règle spéciale pour le refroidissement du béton (tubes avec l'eau coulée dans la masse de béton).*

... / ...

**III. 2 - BETON POUR CONSTRUCTION ORDINAIRE**

*Pour les constructions ordinaires, il ne faut pas, généralement, proposer de règle spéciale sauf quand la température de l'air est très élevée.*

## BETON DE MASSE

### I CIMENT

- Cement avec faible chaleur d'hydratation

- Dosage minimum possible(220kg/m<sup>3</sup>)

### II AGREGAT

- Granulat de diamètre maximum (100 ou 125 mm)

### III EAUX

- Dosage minimum ( min E/C)

### IV VIBRATION

- Optimum  
(aiguille vibrante 100 ou 125 mm de diamètre)

### V ADJUVANTS

- retardeur

- Fluidifiant

### VI DENSITE APPARENTE

Maximum possible

### VII EPROUVETTES

Cylindre par carottage  
min Ø 20 cm min h = 40 cm

Fig. 9

## Chapitre IV

### AGREGAT POUR LES BARRAGES

*Il faut utiliser des agrégats pour béton de masse de bonne qualité résistance en compression - minimum 800 kgf/cm<sup>2</sup>. Pour les autres éléments de construction, il faut utiliser des agrégats avec la résistance en compression minimum telle qu'elle est commandée pour la qualité de béton.*

#### IV. 1 - AGREGATS POUR LE BARRAGE DE DIAMA

##### a) - Agrégats pour béton de masse

*Aux environs du site du barrage, il n'existe pas la qualité d'agrégat nécessaire pour le béton de masse.*

*Pour la qualité d'agrégat nécessaire qui correspond au béton de masse, il existe actuellement 2 possibilités de gisements exploités :*

- Basaltes de Thiès
  - Grès de M'Bang
- (Fig. 10, et table II et III)*

*Pendant les recherches effectuées pour la prospection du calcaire de Pout, pour la nouvelle cimenterie, on a trouvé du calcaire Paléocène (Fig10-a) de bonne qualité, comme agrégat pour béton de masse. (\*)*

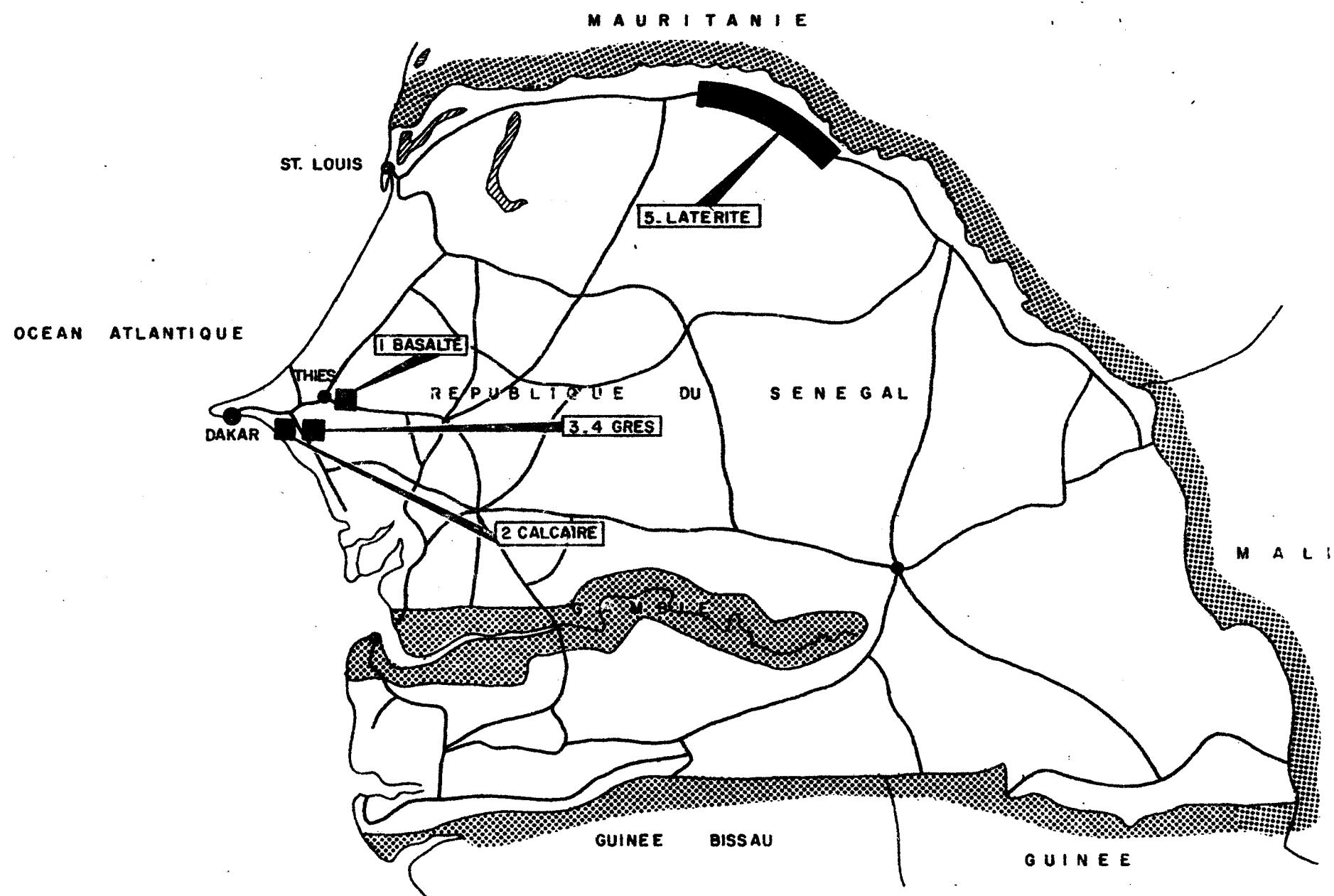
*Pour obtenir du calcaire Paléocène pour le béton de masse, il faut ouvrir le gisement au bord de la route pour faciliter l'exploitation.*

##### b) - Agrégat pour constructions ordinaires

*Pour un béton autre que le béton de masse, on peut utiliser des coquillages fossiles de la région proche du barrage de Diamma.  
(Fig. 11)*

*La qualité d'agrégat correspond au béton pour construction ordinaire (Table VI).*

*(\*) Recherches de substances utiles - projection du calcaire de Pout.*



BETONS HYDRAULIQUES

Table III

AGREGATS DE BASE : BASALTE - THIES 1 (gr s = 2,95 t/m<sup>3</sup>, gr = 2,93 t/m<sup>3</sup>)

| CIMENT             |                          | GRANULOMETRIE             | E/C   | gr BETON FRAIS t/m <sup>3</sup> | SLUPE ABIMÉS cm | RESISTANCE EN COMPRESSION (RESISTANCE EN TRACTION) kgf/cm <sup>2</sup> |               |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------|---------------------------------|-----------------|--|---------------|
| CLASSE             | DOSAGE kg/m <sup>3</sup> |                           |       |                                 |                 | 7 jours  | 28 jours      |
| MII - 400          | 400                      | 16/25 ; 8/16 ; 3/8 ; s.   | 0,43  | 2,52                            |                 | 317<br>(30,6)  | 477<br>(41,5) |
|                    |                          | 16/25 ; 8/16 ; 3/8 ; s.   | 0,475 | 2,53                            |                 | 305  | 432           |
|                    |                          | 16/25 ; 8/16 ; 3/8 ; s.   | 0,475 |                                 | 0,0             | 218  | 350           |
|                    | 375                      | 8/16 ; 3/8 ; s.           | 0,530 |                                 |                 | 293  | 403           |
|                    | 350                      | 16/25 ; 8/16 ; s.         |       | 2,53                            |                 | 267  | 353           |
| CPA - 325          | 400                      | 16/25 ; 8/16 ; s.         | 0,405 | 2,53                            |                 | 277  | 421           |
|                    | 350                      | 16/25 ; 8/16 ; s.         | 0,46  | 2,47                            |                 | 272  | 327           |
| CPA - 325 MARITIME | 400                      | 16/25 ; 8/16 ; 3/8 ; s.   | 0,575 |                                 | 10,0            | 269  | 392           |
|                    | 350                      | 25/40 ; 16/25 ; 8/16 ; s. | 0,47  | 2,55                            |                 | 183  | 224           |

## BETONS HYDRAULIQUES

Table IV

## AGREGAT DE BASE - GRES

| CIMENT                |                              | GRANULOMETRIE           | E/C   | SR<br>BETON<br>FARMI<br>t/m <sup>3</sup> | SLUMP<br>ABRASIS<br>cm | RESISTANCE EN<br>COMPRESSION |          |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-------|--|------------------------|------------------------------|----------|
| CLASSE                | DOSSAGE<br>kg/m <sup>3</sup> |                         |       |  |                        | 7 jours                      | 28 jours |
| <b>TOUBANG (2)</b>    |                              |                         |       |  |                        |                              |          |
| CPA - 325             | 350                          | 16/25 ; 5/16 ; s.       | 0,60  | 2,25                                     |                        | 279                          | 335      |
|                       | 300                          | 16/25 ; 5/16 ; s.       | 0,69  |  |                        | 195                          | 273      |
| CPA - 325<br>MARITIME | 400                          | 16/25 ; 5/16 ; 3/8 , s. | 0,575 | 2,34                                     |                        | 242                          | 344      |
| <b>TICLON (3)</b>     |                              |                         |       |  |                        |                              |          |
| HRI - 400             | 400                          | 8/20 ; 3/8 ; s.         | 0,585 | 2,25                                     |                        | 306                          | 412      |
|                       | 400                          | 8/20 ; s.               | 0,62  |  | 13,5                   | 324 (*)                      |          |
|                       | 350                          | 8/20 ; s.               | 0,68  |  | 13,0                   | 292 (*)                      |          |
|                       | 300                          | 8/20 ; s.               | 0,715 |  | 13,0                   | 216                          |          |

(\*) 0.5 % plastifiant

C. E. R. E. E. Q.  
D A K A R

BETONS HYDRAULIQUES

Table V

## AGREGAT DE BASE - CALCAIRE ET LATERITE

| CIMENT  |                           | GRANULOMETRIE             | E/C   | gr<br>BETON<br>FRAIS<br>t/m <sup>3</sup> | SLUMP<br>cm | RESISTANCE EN<br>COMPRESSION |                       |
|---|---------------------------|---------------------------|-------|--|-------------|------------------------------|-----------------------|
| CLASSE  | DOSSAGE kg/m <sup>3</sup> |                           |       |  |             | ABRANS<br>cm                 | 7 jours      28 jours |
| <u>AGREGAT DE BASE CALCAIRE</u> 4 (Roche gr <sub>S</sub> = 2,65 g/m <sup>3</sup> . gr = 2,50 g/m <sup>3</sup> ) |                           |                           |       |  |             |                              |                       |
| CFA - 325   | 350                       | 16/25 ; 8/16 ; 3/8 ; s.   | 0,51  | 2,41                                     |             | 234                          | 276 (*)               |
|   | 350                       | 16/25 ; 8/16 ; s.         | 0,50  | 2,41                                     |             | 210                          | 260 (*)               |
|   | 350                       | 25/40 ; 16/25 ; s.        | 0,565 | 2,35                                     |             | 172                          | 185 (*)               |
|   | 325                       | 25/40 ; 16/25 ; 8/16 ; s. |       |  |             | 234                          | 248 (*)               |
| <u>AGREGAT DE BASE LATERITE</u> 5   |                           |                           |       |  |             |                              |                       |
| CFA - 325   | 350                       |                           | 0,65  | 2,3                                      |             | 229                          | 264 (*)               |
|   | 350                       |                           | 0,65  | 2,3                                      |             | 205                          | 244 (*)               |
|   | 350                       |                           | 0,65  | 2,3                                      |             | 232                          | 274 (*)               |
|   | 350                       |                           | 0,65  | 2,3                                      |             | 191                          | 214 (*)               |

(\*) Possibilité de faible adhérence mortier - granulat (possibilité de fines poussières en granulat).

C.E.R.E.E.Q.  
D A K A R

CADRE GEOLOGIQUE (\*)

|         |   |   |
|---------|---|---|
| Quart.  | { | Dunes récentes. Vases et sables           |
|         |   | Dunes fixées                              |
|         |   | Produits volcaniques                      |
|         |   | Miocène sable du continental terminal     |
| Tert.   | { | Eocène moyen calcaire à Nummulites-marnes |
|         | { | Eocène inf. - Calcaires et Marnes         |
|         | { | - Argiles et Marnes à attapulgite         |
|         |   | Paléocène (calcaires)                     |
| Second. | { | Maestrichtien (sables, grés, argiles)     |

Faillle

Futur port minéralier

Kayar

Lam Lam

THIES

Rufisque

Bargny

Sébikotane

Dras

Popenguine

Echelle

0 10 20 km



\* Direction des Mines et de la Géologie  
Recherches de substances utiles  
Prospection du calcaire de Pout  
(A. MICHOT - G. PEZERIL - 1976)

Fig. 10-a

## CARTE GEOLOGIQUE DE LA MAURITANIE

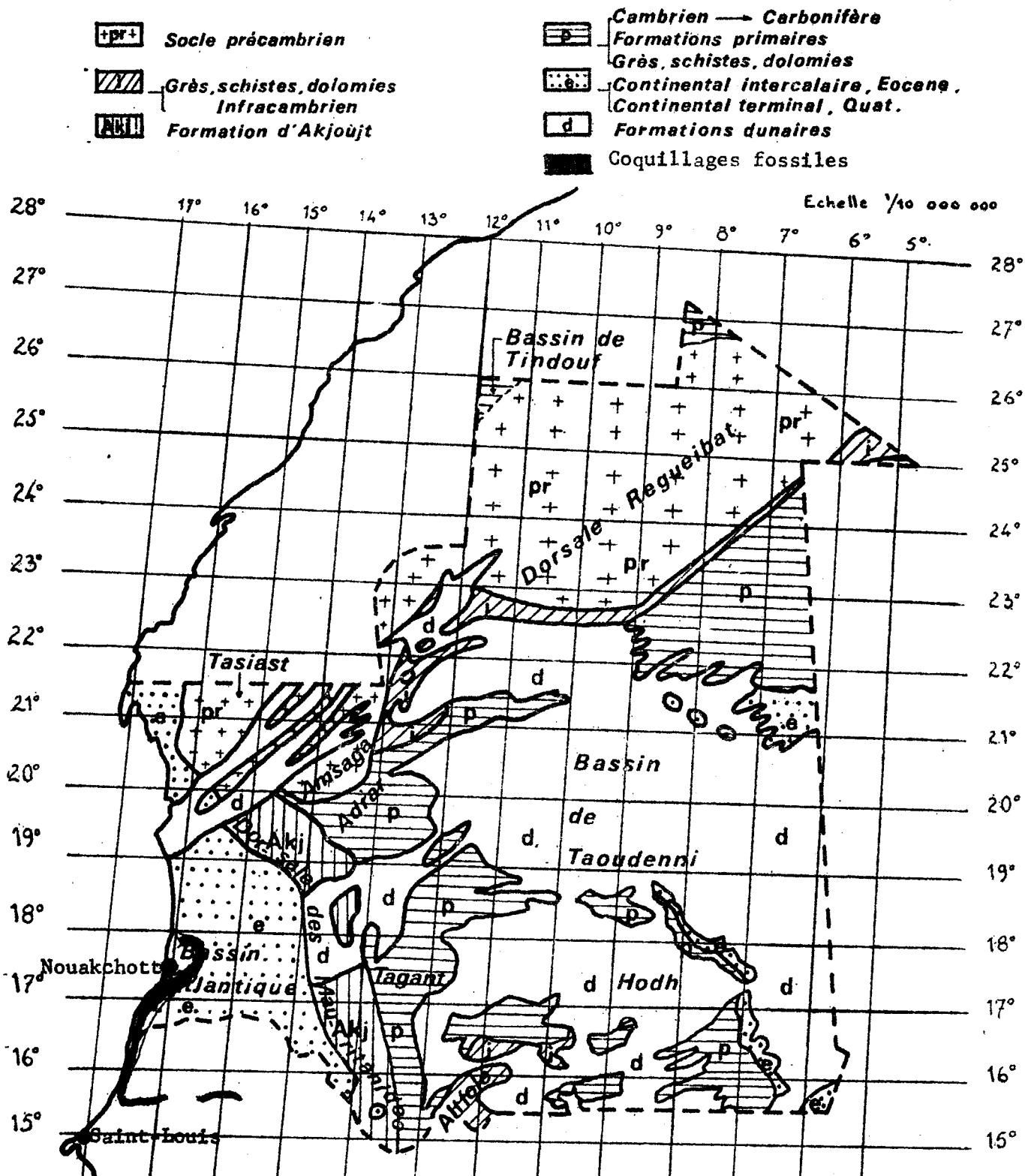


Fig. 11

Table VI

34

BETONS HYDRAULIQUES

AGREGAT DE BASE - COUILLAGES (Poids spécifique du

gros coquillage

 $\gamma' = 2,87 - 2,95 \text{ t/m}^3$ )

| Ciment                  |         | Granulométrie                              | E/C  | Béton<br>Frais<br>$\text{t/m}^3$ | Résistance en compression |          |
|-------------------------|---------|--|------|----------------------------------|---------------------------|----------|
| Classe                  | Dossage |  |      |                                  | 7 jours                   | 28 jours |
| CPA 210/325<br>CAP-VERT | 250     | 5/20 ; S = 0,063                           | 0,74 | 2,27                             | 133                       | 195      |
|                         | 330     | 8/31.5 ; 5/20 ; S = 0/0,63                 | 0,59 | 2,33                             | 207                       | 285      |
|                         | 350     | Coquillages concassés<br>5/40 ; S = 0/0,63 | 0,50 | 2,40                             | 270                       | 395      |
|                         | 400     | Coquillages concassés<br>5/40 ; S = 0/0,63 | 0,42 | 2,40                             | 350                       | 440      |

L N T P  
NOUAKCHOTT

Table VII

BETONS HYDRAULIQUES

| CIMENT  |        | GRANULOMETRE                   | E/C  | BETON<br>FRAIS<br>$t/m^3$ | RESISTANCE EN<br>COMPRESSION |          |
|---|--------|--------------------------------|------|---------------------------|------------------------------|----------|
| CLASSE  | DOSAGE |                                |      |                           | 7 jours                      | 28 jours |
| <u>AGREGAT DE BASE : QUARTZITE</u>                              |        |                                |      |                           |                              |          |
| CPA 210/325   | 350    | 16/31 ; 8/16 S = 0/5           | 0,47 | 2,36                      | 253                          |          |
|   |        |                                | 0,53 | 2,34                      | 213                          |          |
|   |        |                                | 0,57 | 2,32                      | 200                          |          |
| <u>AGREGAT DE BASE : CALCO - GRESEUX - NOUADHIBOU</u>           |        |                                |      |                           |                              |          |
|   | 350    | 16/40 ; 8/20 ; 0/88 = 0,063    | 0,57 | 2,48                      | 208                          | 305      |
| <u>AGREGAT DE BASE : GRES - GRAVIERS CONCASSES - NOUADHIBOU</u> |        |                                |      |                           |                              |          |
| PUZ-I-350   | 350    | 10/20 ; 5/12,5<br>Sable de mer | 0,49 | 2,32                      | 350                          | 420      |

#### IV. 2 - AGREGAT POUR LE BARRAGE DE MANANTALI

*Dans tous les environs du site du barrage, existent des roches grès (Fig. 12) de bonne qualité pour le béton de masse et le béton de construction ordinaire. Il n'existe aucune difficulté pour exploiter et utiliser cet agrégat.*

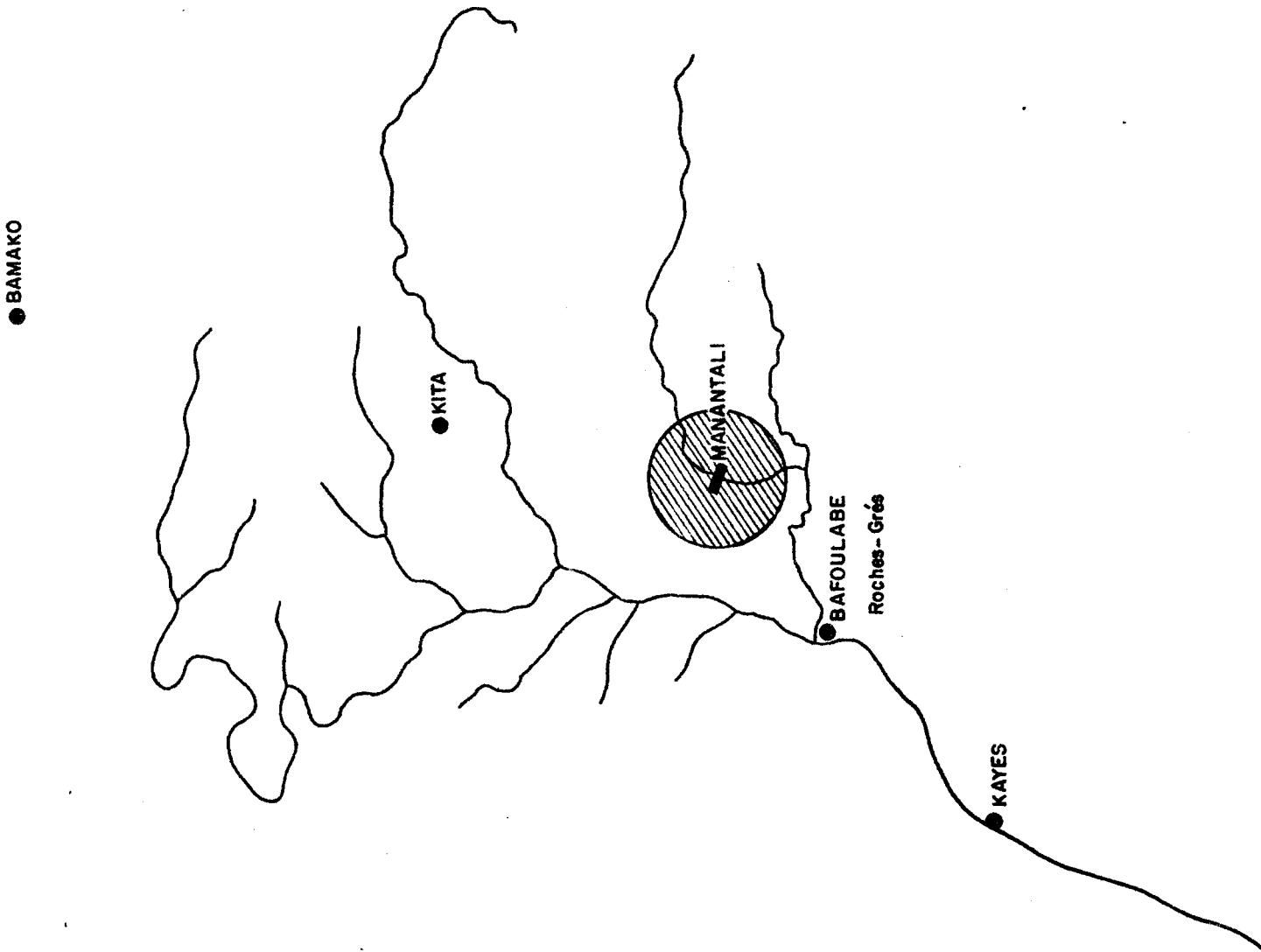


Fig. 12

## Chapitre V

### ESSAI PRELIMINAIRE POUR LES BARRAGES

*L'essai préliminaire a une très grande importance pour le béton de masse. Les essais préliminaires doivent être exécuter avant le commencement des travaux du barrage.*

*Le temps nécessaire pour les essais préliminaires est d'au moins 6 mois. L'essai préliminaire doit être fait dans les mêmes conditions que le bétonnage du béton de masse pour les barrages, c'est-à-dire, avec une grande aiguille vibrante de 100 ou 125 mm.*

*Les essais préliminaires prévus ne correspondent pas aux constructions de grande masse. Les éprouvettes cubes 20 X 20 X 20 cm et cylindres Ø 30 cm = H = 45 cm correspondent seulement aux constructions ordinaires.*

*L'effet de paroi donne la possibilité d'utiliser le diamètre maximum de la granulométrie pour :*

- cubes 20 X 20 X 20       $D_{max} = 36 \text{ mm } (D = 0,9R)$
- cylindres Ø 30 H = 45       $D_{max} = 57 \text{ mm } (D = 0,9R)$

*Mais il ne donne pas la possibilité d'utiliser les grandes aiguilles vibrantes de 100 mm et de granulométrie avec agrégat de 100 mm.*

*Pour l'essaispréliminaire du bétonnage du béton de masse, il faut procéder comme sur la fig. 13, avec la même aiguille vibrante pour le bétonnage des barrages.*

*Il faut carotter les éprouvettes cylindriques pour essais préliminaires dans des cubes d'un mètre. (Fig. 14)*

*Les essais nécessaires pour obtenir les caractéristiques sont donnés dans le chapitre VII, et en même temps, sont indiquées les possibilités de chaque laboratoire.*

### BETON DE MASSE

#### I BETONNAGE

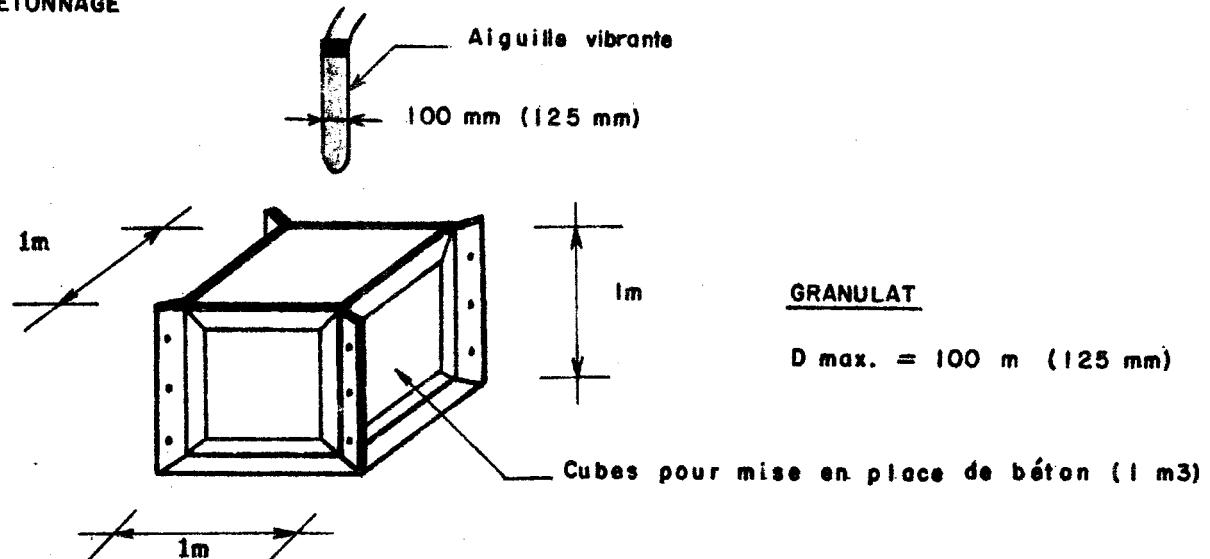
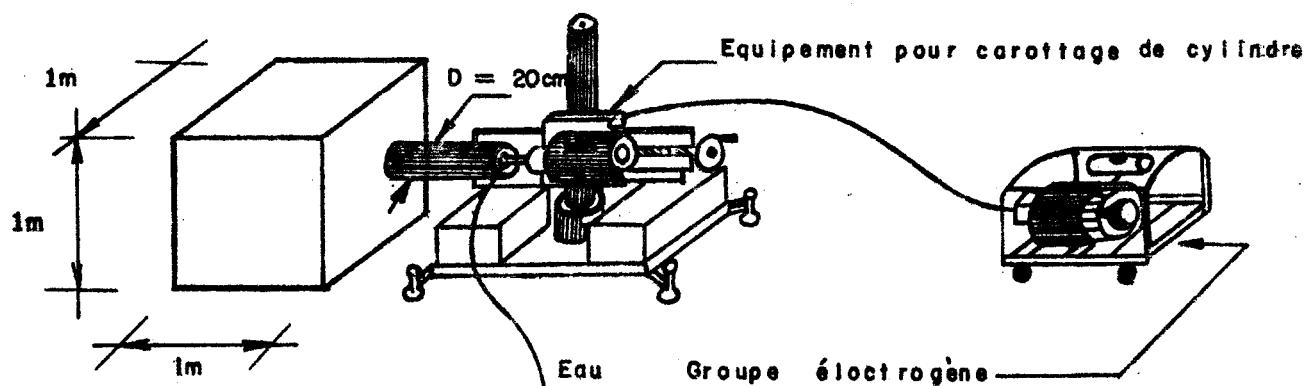


Fig. 13

#### III EPROUVETTES



#### **EPROUVETTES CYLINDRIQUES PAR CAROTTAGE**

**Min Ø = 20 cm      Min H = 40 cm**

Fig. 14

Chapitre VIMATERIAUX DE CONSTRUCTION

**QUALITE ET MODALITES D'INTERVENTION DES STRUCTURES  
NATIONALES DANS LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT (1)**

**VI.1.1. GENERALITES**

Les matériaux de construction ont de plus en plus d'importance dans les pays d'Afrique.

Les populations des capitales des Etats de l'OMVS augmentent très vite et les logements nécessaires pour ces populations demandent de plus en plus l'augmentation de la production des matériaux de construction.

Le développement industriel des pays de l'OMVS qui s'effectue par la régularisation du fleuve Sénégal par des barrages, demande dans la première phase la construction de barrages et la régularisation. Ensuite, il faut compter dans la vallée du fleuve sur une grande augmentation de la population.

Tous ces éléments demandent d'une façon urgente, la recherche des meilleures possibilités pour augmenter la production actuelle et bien sûr de trouver les conditions économiques les meilleures d'une part, et d'autre part, de chercher de nouveaux matériaux de construction bon marché.

La qualité des matériaux et des éléments de construction est un facteur très important ; le transport est possible seulement si les éléments sont d'une qualité qui permet le transport.

(1) L'Economie des matériaux de construction est développée dans le rapport de synthèse.

## VI.1.2. TRAITEMENT POUR OBTENIR LES MEILLEURS CONDITIONS

Pour obtenir les meilleures conditions, il faut un traitement continué. La première phase est la recherche géologique pour obtenir des matières premières. Cette recherche géologique doit être en bonnes relations avec les institutions de recherches et d'essais de matériaux.

Dans les pays de l'OMVS, il existe de bonnes institutions géologiques qui ont la possibilité d'effectuer les recherches et essais nécessaires.

Pour que ces traitements soient à long termes, il faut que l'OMVS et les pays donnent une aide suffisante aux institutions.

Il faut savoir que seules les institutions sur place peuvent obtenir les meilleurs résultats dans ces traitements. C'est la raison pour laquelle il faut augmenter l'équipement supplémentaire pour les trois laboratoires de DAKAR-BAMAKO et NOUAKCHOTT.

Il existe en ce moment une très bonne coordination entre les laboratoires des 3 pays. Il faut une phase supplémentaire pour la future coordination des recherches des meilleures conditions pour les nouveaux matériaux.

On peut prévoir la spécialisation de ces laboratoires sur les recherches, par exemple, Nouakchott sur les éléments préfabriqués en plâtre, Dakar, sur les bétons légers et préfabriqués, Bamako sur l'utilisation des pouzzolanes.

Chaque marché est un peu conservateur et observe une grande prudence sur l'utilisation des nouveaux matériaux de construction.

Ces nouveaux matériaux doivent être compétitifs, c'est-à-dire, avoir les caractéristiques nécessaires et un prix convenable, en comparaison aux matériaux classiques.

Dans ce sens les laboratoires peuvent donner leur contribution pour diminuer le temps habituel d'utilisation des nouveaux matériaux sur les marchés en faisant une recherche complète qui doit répondre aux demandes du marché.

Le plan de construction de barrages, prévu pour l'aménagement du fleuve Sénégal, prévoit un investissement de 1,5 milliard de dollars pour les 25 années à venir. Dans la 1ère phase, la réalisation du programme régional d'infrastructure (barrages de Diamal et de Manantali, ports, escales portuaires, chenal navigable) est estimée à 352,5 millions US \$.

La valeur globale de l'équipement supplémentaire (300 800 US \$) qui est absolument nécessaire, représente environ 0,1 % du montant du premier investissement pour le programme régional.

L'équipement parallèle des laboratoires des 3 pays concernés, se justifie pour la continuité des recherches et contrôles, si l'un deux était partiellement ou provisoirement déficient, et par la diversité des matériaux à étudier dans chacun des pays.

#### VI.2. Détermination des conditions de participation des Laboratoires Nationaux de Travaux Publics du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal au développement de l'Industrie des Travaux Publics.

Les dotations en matériel pour chacun des 3 laboratoires sont différentes, et ce fait s'explique par plusieurs raisons, en particulier, l'âge de ces laboratoires :

Les laboratoires de Dakar, et Bamako existent depuis quelques dizaines d'années, ce qui explique l'importance de leur potentiel en matériel, ils effectuent déjà eux-mêmes leurs propres recherches et possèdent donc un certain matériel spécifique.

Le Laboratoire de NOUAKCHOTT a été créé en 1970 et est actuellement orienté vers les contrôles routiers, d'où un équipement spécifique restreint ou inadapté aux études et recherches envisagées (surtout dans le cadre de la construction de barrages). Par exemple, les presses de compression sont de petites presses manuelles, d'où la nécessité de le doter d'une presse de laboratoire adaptée.

Ce laboratoire, de par son jeune âge, et ses problèmes particuliers, devra donc recevoir une dotation en matériel plus importante, pour être mis au même niveau que les autres.

(1) - L'économie des matériaux de construction est développée dans le rapport de synthèse.

Chapitre VI.2.1ESSAIS PRELIMINAIRESESSAIS DE CONTROLE

POUR LA DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES  
NECESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION DE BARRAGE  
AU CENTRE EXPERIMENTAL DE RECHERCHES ET D'ETUDES  
POUR L'EQUIPEMENT ( C.E.R.E.E. Q° )

---

LABORATOIRE POUR LES ESSAIS DE MATERIAUXD A K A R

| MATERIEL CARACTERISTIQUE  | ESSAIS         |          |
|---|----------------|----------|
|   | Préliminaires. | Contrôle |
| <b>I - CIMENT</b>   |                |          |
| 1 - Essai-chimique  | -              | -        |
| 2 - Essai normal des ciments  |                |          |
| a - Densité apparente   | X              | X        |
| b - Finesse du ciment - méthode Blaine  | -              | -        |
| c - Quantité d'eau de gachage   | X              | X        |
| d - Durée de prise  | X              | X        |
| e - Gonflement par le Chatelier   | X              | X        |
| f - Résistance à la compression et flexion<br>(c - f, chambre climatisée)                                     | X              | X        |
| -   | -              | -        |
| 3- Essai de résistance des ciments aux eaux sulfées<br>(essai Anstatt)  | X              | X        |
| 4- Chaleur d'hydratation de ciment  | -              | -        |
| 5- Retrait de ciment mortier  | -              | -        |
| 6- Fluage de ciment mortier   | -              | -        |
| 7- Activité pouzzolanique   | XX             | XX       |
| <b>II - GRANULAT</b>  |                |          |
| 1- Essai minéralo-pétrographique (peut se faire<br>au Bureau de la Recherche Géologique et<br>Minière - BRGM) |                |          |
| a - Analyse granulométrique ( $D = 60\text{mm}$ )<br>pour 20 kg d'agrégat.                                    | X              | X        |
| b - Analyse granulométrique ( $D = 125\text{mm}$ )<br>pour 500 kg d'agrégat - (pour bétonnage)                | -              | -        |
| 3- Coefficient de forme   | X              | X        |
| 4 - Détermination de la densité apparente   | X              | X        |
| 5- Détermination du poids spécifique  | X              | X        |

|  |      |     |   |
|--|------|-----|---|
|  |      | X   | X |
| 6 - Détermination de la teneur en éléments très fins   |      | X   | X |
| 7 - Résistance en compression des roches pour concassage.  |      | X   | X |
| - a - Machine pour sciage des roches   |      | -   | - |
| 8- Essai Deval   |      | X   | X |
| 9- Essai Los Angeles   | (X)  | (X) |   |
| <b>III - BETON FRAIS</b>   |      |     |   |
| 1a - Détermination des proportions optima des constituants d'un béton.   |      |     |   |
| - Granulat $D \leq 60 \text{ mm}$  |      |     |   |
| - Mixeur de 80 lit   |      |     |   |
| - Table vibrante   |      | X   | X |
| 6- Détermination des proportions optimales des constituants d'un béton de masse  |      |     |   |
| - Granulat $D = 100 \text{ mm}$ ( $D = 125 \text{ mm}$ )   |      |     |   |
| - Mixeur de 250 lit  |      | -   | - |
| - Aiguille vibrante 100 mm ; (125 mm)  |      | -   | - |
| 2- Essai de mesure de la température du béton frais  |      | -   | - |
| 3a-Essai consistance par Abrams (Béton plastique)  |      | X   | X |
| b-Essai consistance par méthode Vebe (béton non plastique).  |      | -   | - |
| c-Méthode modifiée de Walz   |      | -   | - |
| 4- Densité apparente du béton frais  |      | -   | - |
| 5- Densité apparente du béton frais <i>in situ</i> par Gammadensimètre   | (X)  | v   | v |
| <b>IV-BETON DURCI</b>  |      |     |   |
| 1a-Résistance à la compression pour échantillons cubes 20 cm et cylindre $\Phi = 16 \text{ cm} \times H = 32 \text{ cm}$ |      | X   | X |
| b-Résistance à la compression pour béton de masse Carottage - Cylindre $\Phi = 20 \text{ cm} H = 40 \text{ cm}$          | X(A) |     | - |

|  |      |     |
|--|------|-----|
|  | X    | X   |
| 2 - Densité apparente de béton durci   |      |     |
| 3a- Résistance à la traction indirecte<br>(Essai Brésilien)  |      |     |
| - Cylindre $\phi 16 \text{ cm } h = 32 \text{ cm}$   | X    | X   |
| - Cylindre $\phi 20 \text{ cm } h = 40 \text{ cm}$ (de carottage pour<br>béton de masse)   | -    | -   |
| 6 - Résistance à la traction directe   |      |     |
| - Cylindre $\phi 16 \text{ cm } H = 32 \text{ cm}$   | -    | -   |
| - Cylindre $\phi 20 \text{ cm } H = 40 \text{ cm}$ (De carottage pour<br>béton de masse)   | -    | -   |
| 4a - Module d'élasticité statique  | -    | -   |
| b - Module d'élasticité dynamique  | -    | -   |
| 5 - Essais non destructifs in situ   |      |     |
| a - Méthode de Schmidt   |      | X   |
| b - Auscultation dynamique - avec le son   |      | (X) |
| 6 - Retrait du béton   | XX   | XX  |
| 7 - Fluage du béton  | XX   | XX  |
| 8 - Perméabilité du béton  | XX   | XX  |
| 9 - Résistance du béton à la variation de température<br>de $10^\circ\text{C}$ à $60^\circ\text{C}$ .  | X    | X   |
| 10 - Essai adhérence mortier -granulat pour granulat<br>concassé avec possibilité de fines poussières de<br>concassage.<br><br>Change ment de la température de $15^\circ\text{C}$ à $+ 20^\circ\text{C}$<br>(Méthode accélérée) | X    | X   |
| <b>V - ACIER POUR BETON ARME</b>   |      |     |
| 1 - Résistance à la traction   | X(A) | -   |
| 2 - Essai technologique - Pliage   | X    | X   |

NOTE : X = Existe la possibilité pour détermination

- = N'existe pas la possibilité pour détermination

(A) = Existe la possibilité pour détermination, mais seulement pour quelques échantillons parce que l'équipement n'est pas prévu pour cette sorte d'essai.

(X) = Equipement commandé

XX = On peut fabriquer l'équipement nécessaire à DAKAR

Chapitre VI.2.2

EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE

POUR LA DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES  
NECESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION DE BARRAGE  
POUR LE CENTRE EXPERIMENTAL DE RECHERCHES ET  
D'ETUDES POUR L'EQUIPEMENT (C.E.R.E.E.Q.)

LABORATOIRE POUR DES ESSAIS DE MATERIAUX

D A V A R

PHASE I : ESSAIS PRELIMINAIRES

PHASE II : ESSAIS DE CONTROLE

| PRIX DE L'EQUIPEMENT NÉCESSAIRE  |                   | PHASES<br>I - US \$ - II |
|--|-------------------|--------------------------|
| <b>I - CIMENT</b>  |                   |                          |
| 1 - Essai chimique   | 5 000             |                          |
| 2b - Permeamètre de Blaine (pour finesse du ciment 2 X 250 US \$)                      | 500               |                          |
| 2c - f - Equipment pour la chambre climatisée (sans bâtiment)                          | 10 000            |                          |
| 4 - Chaleur d'hydratation  |                   |                          |
| a) Méthode adiabatique   | 4 000             |                          |
| b) Méthode A.S.T.M.  | 600               |                          |
| 5 - Retrait de ciment  |                   |                          |
| - Equipment Graf-Kaufmann  | 500               |                          |
| - 100 pièces de plot   | 100               |                          |
| 6 - Fluage de ciment   |                   |                          |
| Equipment CEBTP - PARIS pour 6 échantillons par 1 000 US \$                            | 6 000             |                          |
| 7 - Activité pouzzolanique par la résistance mécanique                                 |                   |                          |
| Equipment pour 3 X 3 échantillons (peut se faire à DAKAR)                              | 600               |                          |
| <b>I - CIMENT TOTAL PHASE I</b>  | <b>27 300</b>     | US \$                    |
|  | (6 415 500 F CFA) |                          |
| <b>II - GRANULAT</b>   |                   |                          |
| 2b - Passoires < 125 mm (80 X 80) avec équipement vibrant)                             | 1 500             |                          |
| 7a - Machine pour sciage cylindres de béton et sciage des roches (IV-1b, 3b, 4a et 4b) | 3 000             |                          |
| Disque de diamant Ø 500 mm   | 1 000             |                          |
| <b>II - GRANULAT TOTAL PHASE I</b>   | <b>5 500</b>      | US \$                    |
|  | (1 292 500 F CFA) |                          |
| <b>III - BÉTON FRAIS</b>   |                   |                          |
| 1b - Cubes de mise en place de béton (1 m <sup>3</sup> )<br>(peut se faire à DAKAR)    | 100               |                          |

|     |  |               |             |
|-----|--|---------------|-------------|
|     | - Vieux de 250 litres pour laboratoire   | 6 000         |             |
|     | - Aiguilles vibrantes de 100 mm (125 mm)<br>(équipement avec 2 aiguilles)            | 2 500         |             |
| 2   | Thermomètre pour béton 50 cm et 100 cm   | 100           |             |
|     | Thermomètre pour béton à surface (2)   | 50            |             |
| 3b  | - Équipement Vebe  | 800           |             |
| c   | - Équipement modifié par Walz (2)<br>(peut se faire à DAKAR)                         | 150           |             |
|     | III - BÉTON FRAIS  | TOTAL PHASE I | 9 700 US \$ |
| IV  | - <u>BÉTON DURCI</u>   |               |             |
| 1b  | - Équipement pour carottage de cylindre $\phi$ 20 cm                                 | 2 500         |             |
|     | - Groupe électrogène - (pour équipement pour carottage)                              | 1 500         |             |
|     | - Carotte diamant<br>$\phi$ 20 cm H = 50 cm 3 cylindres à 600 US \$                  | 1 200         |             |
|     | pour IV 1b - A   |               |             |
|     | $\phi$ 20 cm H = 50 cm 6 cylindres à 600 US \$                                       | 3 600         |             |
| 3b- | Résistance à la traction directe   |               |             |
|     | - Équipement V I   |               |             |
|     | - Carotte diamant à 1b pour béton de masse   |               |             |
| 4a- | Module d'élasticité statique   |               |             |
|     | - Extensiomètre mécanique 6 à 150 US \$  | 900           |             |
|     | - Carotte diamant $\phi$ 20 cm H = 70 cm pour béton de masse 2 cylindres à 700 US \$ | 1 400         |             |
| b-  | Module d'élasticité dynamique  |               |             |
|     | - Équipement électro-dynamique   | 2 500         |             |
|     | - Carotte diamant $\phi$ 20 cm H = 70 cm pour béton de masse à donner au 4a          |               |             |
| 6-  | Équipement pour retrait du béton   | 500           |             |
|     | - Micromètre de 960 jusqu'à 1050 mm  |               |             |

|   |                                     |        |       |
|---|-------------------------------------|--------|-------|
|   |                                     |        |       |
| 7 - Équipement pour fluage du béton avec ressort  |                                     | 800    |       |
| 8 - Équipement pour perméabilité du béton   |                                     | 800    |       |
|   |                                     |        |       |
| IV - BETON DURCI  | TOTAL                               | 8 700  | 7 600 |
|   |                                     |        |       |
| PHASE I   | 8 700 US \$ (2 044 500 F CFA)       |        |       |
| PHASE II  | 7 600 US \$ (1 786 000 F CFA)       |        |       |
|   |                                     |        |       |
| V - <u>ACIER POUR BETON ARME</u>  |                                     |        |       |
| 1 - Machine pour traction, impression et pliage<br>(de RDA) et pour traction directe de béton | 207                                 | 15 000 |       |
|   |                                     |        |       |
| V ACIER   | TOTAL PHASE II<br>(3 525 000 F CFA) | 15 000 |       |
|   |                                     |        |       |

( voir récapitulation page suivante)

REGLEMENTATION POUR L'EQUIPEMENT NECESSAIRE

( 1 US \$ = 235 F CFA)

| EQUIPEMENT POUR           | PHASE I       |                   | PHASE II      |                  | TOTAL         |                   |
|---------------------------|---------------|-------------------|---------------|------------------|---------------|-------------------|
|                           | US \$         | F CFA             | US \$         | F CFA            | US \$         | F CFA             |
| I - CIMENT                | 27 300        | 6 415 500         | -             | -                | 27 300        | 6 415 500         |
| II - GRANULAT             | 5 500         | 1 292 500         | -             | -                | 5 500         | 1 292 500         |
| III - BETON FRAIS         | 9 700         | 2 279 500         | -             | -                | 9 700         | 2 279 500         |
| IV - BETON DURCI          | 8 700         | 2 044 500         | 7 600         | 1 786 000        | 16 300        | 3 830 500         |
| V - ACIER POUR BETON ARMÉ | -             | -                 | 15 000        | 3 525 000        | 15 000        | 3 525 000         |
| <u>US \$ 73 800</u>       | <u>51 200</u> | <u>12 032 000</u> | <u>22 600</u> | <u>5 311 000</u> | <u>73 800</u> | <u>17 343 000</u> |
| ( F CFA 17 343 000)       |               |                   |               |                  |               |                   |

Chapitre VI.2.3.

ESSAIS PRELIMINAIRES

ESSAIS DE CONTROLE

POUR LA DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES  
NECESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION DU  
BARRAGE

A

LA DIRECTION GENERALE DES TRAVAUX PUBLICS  
LABORATOIRE POUR DES ESSAIS DE MATERIAUX

BANAKO

| MATERIEL CARACTERISTIQUE   | ESSAIS       |          |
|--|--------------|----------|
|  | Préliminaire | Contrôle |
| <b>I - CIMENT</b>  |              |          |
| 1 - Essai chimique   | X (-)        | X (-)    |
| 2 - Essai normal des ciments   |              |          |
| a - Densité apparente  | X            | X        |
| b - Finesse du ciment - méthode Blaine   | -            | -        |
| c - Quantité d'eau de gachage  | X            | X        |
| d - Durée de prise   | X            | X        |
| e - Gonflement par le Chatelier  | X            | X        |
| f - Résistance à la compression et flexion<br>(c - f, chambre climatisée)              | X            | X        |
|  | -            | -        |
| 3 - Essai de résistance des ciments aux eaux sulfatées                                 | X            | X        |
| 4 - Chaleur d'hydratation du ciment  | -            | -        |
| 5 - Retrait du ciment mortier  | -            | -        |
| 6 - Fluage de ciment mortier   | -            | -        |
| 7 - Activité pouzzolanique   | -            | -        |
| <b>II - GRANULAT</b>   |              |          |
| 1 - Essai minéralo-gé trographique   | -            | -        |
| 2 - a - Analyse granulométrique ( $D \leq 60$ cm) pour 20kg d'agrégats                 | X            | X        |
| b - Analyse granulométrique ( $D = 125$ cm)<br>pour 500 kg d'agrégats (pour bétonnage) | -            | -        |
| 3 - Coefficient de forme   | X            | X        |
| 4 - Détermination de la densité apparente  | X            | X        |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   |   |  |
| 5 - Détermination du poids spécifique   | X | X |  |
| 6 - Détermination de la teneur en élément très fins   | X | X |  |
| 7 - Résistance en compression des roches pour concassage                                      | X | X |  |
| a- Machine pour sciage des roches   | - | - |  |
| 8 - Essai Deval   | X | X |  |
| 9 - Essai Los Angeles   | X | X |  |
| <b>III - BETON FRAIS</b>  |   |   |  |
| 1a- Détermination des proportions optimales des constituants                                  |   |   |  |
| - Granulat D = 60 mm  |   |   |  |
| - Mixeur de 80 lits   |   |   |  |
| - Table vibrante  | X | X |  |
| b- Détermination des proportions optimales des constituants d'un béton de masse               |   |   |  |
| - Granulat D = 100 mm (D = 125 mm)  |   |   |  |
| - Mixeur de 250 lit   |   |   |  |
| - Aiguille vibrante 100 mm (125 mm)   | - | - |  |
| 2 -- Essai de mesure de la température du béton frais   | - | - |  |
| 3a - Essai consistance par Abrams (béton plastique)   | X | X |  |
| b - Essai consistance par méthode Vebe<br>(béton non plastique)                               | - | - |  |
| c - Méthode modifiée par Walz   | - | - |  |
| 4 - Densité apparente de béton frais  | X | X |  |
| 5 - Densité de béton frais in situ par méthode radio-izotope                                  |   |   |  |
| <b>IV - BETON DURCI</b>   |   |   |  |
| 1a - Résistance à la compression pour échantillons cubes 20 cm et cylindre Ø 16 cm H = 32 cm  | X | X |  |
| b - Résistance à la compression pour béton de masse<br>Carottage - cylindre Ø 20 cm H = 40 cm | - | - |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | X | X |
| 2 - Densité apparente de béton durci  | - | - |
| 3 - a - Résistance à la traction indirecte<br>(Essai brésilien)   | - | - |
| - Cylindre Ø 16 cm H = 32 cm  | X | X |
| - Cylindre Ø 20 cm H = 40 cm (de carottage, pour<br>béton de masse)   | - | - |
| b - Résistance à la traction directe  | - | - |
| - Cylindre Ø 16 cm H = 32 cm  | - | - |
| - Cylindre Ø 20 cm H = 40 cm (de carottage pour<br>béton de masse)  | - | - |
| 4 - a - Module d'élasticité statique  | - | - |
| b - Module d'élasticité dynamique   | - | - |
| 5 - Essais non destructifs in situ  | - | - |
| a - Méthode Schmidt   | - | X |
| b - Auscultation dynamique avec ultrason  | - | - |
| 6 - Retrait du béton  | - | - |
| 7 - Fluage du béton   | - | - |
| 8 - Permeabilité du béton   | - | - |
| 9 - Résistance du béton à la variation de température<br>de 10 °C à 60°C.   | - | - |
| 10 - Essai adhérence mortier-granulat pour granulat concassé,<br>avec la possibilité de fines poussières de concassage.<br><br>Changement de la température de - 15°C à + 20°C<br>(méthode accélérée) | - | - |
| V - <u>ACIER POUR BETON ARMÉ</u>  |   |   |
| 1 - Résistance à la traction  | - | - |
| 2 - Essai technologique - pliage  | X | X |

NOTES : X = la possibilité de déterminer existe  
- = la possibilité de déterminer n'existe pas

Chapitre Y 24

EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE

POUR DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES NECESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION DE BARRAGE POUR

LA DIRECTION GENERALE DES TRAVAUX PUBLICS  
LABORATOIRE POUR DES ESSAIS DE MATERIAUX

B A N K O

PHASE I : ESSAIS PRELIMINAIRES

PHASE II : ESSAIS DE CONTROLE

|  |        |        |       |
|--|--------|--------|-------|
|  |        |        |       |
| - Carotte diamant $\phi = 20$ cm H = 70 cm pour<br>béton de masse à donner à 4a  |        |        |       |
| 5b - Auscultation dynamique - avec équipement digital<br>ultrason  |        |        | 2 500 |
| 6 - Equipement pour retrait du béton<br>- Micromètre de 950 jusqu'à 1050 mm  | 500    |        |       |
| 7 - Equipement pour fluage du béton<br>- Avec ressort  | 800    |        |       |
| 8 - Equipement pour perméabilité du béton  | 800    |        |       |
| 9 et 10 - Four à hydromètre et à température<br>contrôlées - avec changement en programme de température<br>20°C à 100°C et une hydrométrie de 100% à 5%<br>(200 litres) | 10 000 |        |       |
| IV - BETON DURCI TOTAL<br>PHASE I 21 200 US \$<br>(9 964 000 Francs Maliens)<br>PHASE II 7 600 US \$<br>(3 572 000 Francs Maliens)                                       | 21 200 | 7 600  |       |
| V - ACIER POUR BETON ARME<br>1 - Machine pour traction, compression et pliage<br>20 T (de RDA)<br>(et pour traction directe de béton)                                    |        | 15 000 |       |
| V - ACIER TOTAL PHASE II<br>( 7 050 000 Francs Maliens)  |        | 15 000 |       |

ESTIMATION POUR EQUIPEMENT NECESSAIRE

(US \$ = 470 Francs Maliens)

| EQUIPEMENT POUR            | PHASE I |            | PHASE II |            | TOTAL  |            |
|----------------------------|---------|------------|----------|------------|--------|------------|
|                            | US \$   | FM         | US \$    | FM         | US \$  | FM         |
| I - CIMENT                 | 24 500  | 11 515 000 | -        | -          | 24 500 | 11 515 000 |
| II - GRANULAT              | 11 000  | 5 170 000  | -        | -          | 11 000 | 5 170 000  |
| III - BETON PRIMIS         | 9 700   | 4 559 000  | -        | -          | 9 700  | 4 559 000  |
| IV - BETON DURCI           | 21 200  | 9 964 000  | 7 600    | 3 572 000  | 28 800 | 13 536 000 |
| V - AGENCE POUR BETON ARME | -       | -          | 15 000   | 7 050 000  | 15 000 | 7 050 000  |
|                            | 66 400  | 31 200 000 | 22 600   | 10 622 000 | 89 000 | 41 830 000 |

US \$ 89 000

(Francs Maliens 41 830 000)

Chapitre VI-2.5.

ESSAIS PRELIMINAIRES

ESSAIS DE CONTROLE

POUR LA DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES

NECESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION DE

BARRAGE

AU

LABORATOIRE NATIONAL DES TRAVAUX PUBLICS

NOUAKCHOTT

| MATERIEL   | CARACTERISTIQUE | ESSAIS         |          |
|--|-----------------|----------------|----------|
|  |                 | Préliminaires. | Contrôle |
| <b>I - CIMENT</b>  |                 |                |          |
| 1 - Essai chimique   |                 | -              | -        |
| 2 - Essai normal des ciments   |                 | -              | -        |
| a - Densité apparente  |                 | -              | -        |
| b - Finesse du ciment - méthode Blaine   |                 | -              | -        |
| c - Quantité d'eau de gachage  |                 | X              | X        |
| d - Durée de prise   |                 | X              | X        |
| e - Gonflement par le Chatelier  |                 | -              | -        |
| f - Résistance à la compression et flexion<br>(f - préparation des éprouvettes)                |                 | Z              | X        |
| (c-f - chambre climatisée)   |                 | -              | -        |
| 3 - Essai de résistance des ciments aux eaux sulfatées   |                 | X              | X        |
| 4 - Chaleur d'hydratation de ciment  |                 | -              | -        |
| 5 - Retrait de ciment mortier  |                 | -              | -        |
| 6 - Fluage de ciment mortier   |                 | -              | -        |
| 7 - Activité pouzzolanique   |                 | -              | -        |
| <b>II - GRANULAT</b>   |                 |                |          |
| 1 - Essai minérale - pétrographique  |                 | -              | -        |
| 2a - Analyse granulométrique ( $D = 60 \text{ mm}$ )<br>pour 20 kg d'agrégats                  |                 | -              | -        |
| b - Analyse granulométrique ( $D = 125 \text{ mm}$ )<br>pour 500 kg d'agrégat (pour bétonnage) |                 | -              | -        |
| c - Concassage en laboratoire  |                 | -              | -        |
| 3 - Coefficient de forme   |                 | X              | X        |
| 4 - Détermination de la densité apparente  |                 | X              | X        |
| 5 - Détermination du poids spécifique  |                 | X              | X        |
| 6 - Détermination de la teneur en élément très fins.   |                 | X              | X        |

|  |       |   |
|--|-------|---|
|  |       |   |
| 7 - Résistance en compression des roches<br>pour concassage                                  | X     | X |
| a - Machine pour sciage des roches   | -     | - |
| 8 - Essai Deval  | -     | - |
| 9 - Essai Los Angeles  | -     | - |
| <b>III - BÉTON FRAIS</b>   |       |   |
| 1a- Détermination des proportions optimales<br>des constituants d'un béton                   |       |   |
| - granulat D = 60 mm   |       |   |
| - mélangeur de 80 lits   | X     | X |
| - aiguille vibrante 25 mm<br>(table vibrante)  | -     | - |
| b- Détermination des proportions optimales<br>des constituants d'un béton de masse           |       |   |
| - granulat D = 100 mm (125 mm)   |       |   |
| - mélangeur de 250 lits  | -     | - |
| - aiguille vibrante 100 mm (125 mm)  | -     | - |
| 2 - Essai de mesure de la température du béton frais   | -     | - |
| 3a- Essai de consistance par ABWIC (béton plastique)   | X     | X |
| b- Essai de consistance par la méthode Vebe<br>(béton non plastique)                         | -     | - |
| c- Méthode modifiée par Walz   | -     | - |
| 4 - Densité apparente de béton frais   | X     | X |
| 5 - Densité apparente de béton frais <i>in situ</i> , par Gammadensimètre                    | -     | - |
| <b>IV - BÉTON DURCI</b>  |       |   |
| 1a- Résistance à la compression pour cubes de 20 cm<br>et cylindres Ø 16 cm H = 32 cm        | X (B) | - |
| b- Résistance à la compression pour béton de masse<br>Carottage - cylindre Ø 20 cm H = 40 cm | X (A) | - |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 - Densité apparente de béton durci  | X | X |
| 3a- Résistance à la traction indirecte<br>(essai brésilien)   |   |   |
| - cylindre $\phi = 16$ cm H = 32 cm   | X | X |
| - cylindre $\phi = 20$ cm H = 40 cm (de carottage, pour<br>béton de masse)  | - | - |
| b- Résistance à la traction directe   |   |   |
| - cylindre $\phi = 16$ cm H = 32 cm   | - | - |
| - cylindre $\phi = 20$ cm H = 40 cm (de carottage,<br>pour béton de masse)  | - | - |
| 4a- Module d'élasticité statique  | - | - |
| 5- Module d'élasticité dynamique  | - | - |
| 5 - Essais non destructif in situ   |   |   |
| a- Méthode Schmidt  |   | X |
| b- Auscultation dynamique avec Ultrason   |   | - |
| 6 - Retrait du béton  | - | - |
| 7 - Fluage du béton   | - | - |
| 8 - Perméabilité du béton   | - | - |
| 9 - Résistance du béton en changement de la<br>température de 10°C à 60°C   | - | - |
| 10 - Essai adhérence mortier-granulat pour granulat concassé<br>avec possibilité de fins poussières de concassage.<br>Changement de la température de 150°C à 20°C<br>(méthode accélérée) | - | - |
| <b>V - ACIER POUR BETON ARMÉ</b>  |   |   |
| 1 - Résistance à la traction  | - | - |
| 2 - Essai technologique - pliage  | - | - |
| 3 - Essai Brinell et Rockwell   | - | - |

NOTE :

X = existe la possibilité pour détermination

- = n'existe pas la possibilité pour détermination

(A) - existe la possibilité pour détermination, mais seulement pour  
quelques échantillons parceque l'équipement n'est pas prévu  
pour cette sorte d'essai

(B)- Equipement pompe manuelle (250 t).

Chapitre VI

EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE

POUR DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES  
NECESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION DE  
BARRAGE  
FOUR

LABORATOIRE NATIONAL DES TRAVAUX PUBLICS  
NOUAKCHOTT

PHASE I : ESSAIS PRELIMINAIRES  
PHASE II : ESSAIS DE CONTROLE

---

| PRIX DE L'ÉQUIPEMENT NÉCESSAIRE  | PHASES |    |
|--|--------|----|
|  | US     | II |
| <b>I - CIMENT</b>  |        |    |
| 1 - Essai chimique   | 5 000  |    |
| 2a- Densité apparente  | 400    |    |
| b- Perméomètre de Blaine (pour finesse du ciment)  |        |    |
| 2 x 250 US   | 500    |    |
| c- Gonflement par le Chatelier   | 100    |    |
| c-f - Équipement pour la chambre climatisée<br>(sans bâtiment)                               | 10 000 |    |
| a-f - Balance automatique au 1/1000 de graine portée 300 g                                   | 2 000  |    |
| Balance automatique au 1/100 de graine portée 2 kg   | 1 500  |    |
| f- Équipement pour mise en place éprouvette ciment-mortier                                   |        |    |
| 4 x 4 x 16 kilom-Cem   | 6 000  |    |
| 4- Chaleur d'hydratation   |        |    |
| a) Méthode adiabatique   | 4 000  |    |
| b) Méthode ASTM  | 600    |    |
| 5- Retrait de ciment   |        |    |
| Équipement graf-Kaufmann   | 500    |    |
| 100 pilules de plot  | 100    |    |
| 6- Fluage de ciment  |        |    |
| Équipement CEBTP - PARIS   |        |    |
| pour 6 échantillons par 1000 SU  |        |    |
| 7- Activité pouzzolanique  |        |    |
| Équipement pour 3 x 3 échantillons   | 600    |    |
|  |        |    |
| I - CIMENT TOTAL PHASE I<br>(1 687 500 U.)   | 37 500 | US |
| <b>II - GRANULAT</b>   |        |    |
| 2b - Passoires 125 cm (80 x 80 cm) avec<br>équipement vibrant                                | 1 500  |    |
| c- Concasseur de laboratoire   | 1 500  |    |
| 7a- Machine pour sciage des roches (et pour sciage cylindres<br>de béton (IV , 1b, 3b et 4b) | 3 000  |    |
| Disque de diamant Ø 500 mm   | 1 000  |    |
| 8 - Équipement pour essai Deval  | 1 000  |    |
| 9 - Équipement pour essai Los Angeles  | 2 000  |    |
|  |        |    |
| II - GRANULAT TOTAL PHASE I (450 000 U.)   | 10 000 | US |

|   |        |        |  |
|---|--------|--------|--|
|   |        |        |  |
| 6 - Équipement pour retrait du béton<br>- Micromètre de 950 à 1050 mm   | 500    |        |  |
| 7 - Équipement pour fluage de béton<br>Avec ressort   | 800    |        |  |
| 8 - Équipement pour perméabilité du béton   | 300    |        |  |
| 9 et 10 - Four à hydrostatique et à température contrôlées -<br>avec changement en programme de température en<br>programme de température - 20°C à 100°C et une<br>hydrostatique de 100 % à 5 % (200 litres) | 10 000 |        |  |
| IV BETON DURCI TOTAL<br>PHASE I 21 200 US \$<br>(954 000 UF)  | 21 200 | 37 600 |  |
| PHASE II 37 600 US \$<br>(9 692 000 UF)   |        |        |  |
| V - ACIER POUR BÉTON ARMÉ   |        |        |  |
| I - Machine pour traction, compression et pliage<br>20 T (de RDA) (*)<br>(et pour traction directe de béton)  | 15 000 |        |  |
| - Équipement Brinell et Rockwell (*)  | 3 000  |        |  |
| V ACIER TOTAL PHASE I<br>( 810 000 UF )   | 18 000 |        |  |

NOTE : (\*) Production d'acier pour béton armé  
et prévue après Juin 1970.  
(10 000 t/année.

RECAPITULATION POUR EQUIPEMENT NECESSAIRE

( 1 US \$ = 45 UM )

| EQUIPEMENT POUR           | PHASE I |           | PHASE II |           | TOTAL   |           |
|---------------------------|---------|-----------|----------|-----------|---------|-----------|
|                           | US \$   | UM        | US \$    | UM        | US \$   | UM        |
| I - CIMENT                | 37 500  | 1 687 500 | -        | -         | 37 500  | 1 687 500 |
| II - GRANULAT             | 14 000  | 630 000   | -        | -         | 14 000  | 630 000   |
| III - BETON FRAIS         | 9 700   | 436 500   | -        | -         | 9 700   | 436 500   |
| IV - BETON DUMET          | 21 200  | 954 000   | 37 600   | 1 692 000 | 58 800  | 2 646 000 |
| V - ACIER POUR BETON ARME | 18 000  | 810 000   | -        | -         | 18 000  | 810 000   |
| TOTAL .....               | 100 400 | 4 510 000 | 37 600   | 1 692 000 | 138 000 | 6 210 000 |

US \$ 138 000

(UM 6 210 000)

APPENDICE I

MARCHÉ N°

MAITRE DE L'OUVRAGE : ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR  
DU FLEUVE SENEGLAL.

FINANCEMENT : REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE  
(Kreditanstalt für Wiederaufbau)

INTITULE : ETUDE D'EXECUTION DU BARRAGE ET DE L'USINE  
HYDROELECTRIQUE DE NANANTALI.

ATTRIBUTAIRES : INGENIEUR - CONSEIL

RRI

TRACTICOM - STUCKY

SONED

Ces trois sociétés agissent conjointement et solidairement

CAHIER DES PRESCRIPTIONS SPECIALES

DATE D'APPROBATION

DATE DE NOTIFICATION

(page 18 - 20)

B. 2. 4. -

"

Essai sur les matériaux de construction

y compris rédaction des rapports de laboratoire donnant les résultats bruts.

PRIX B. 2. 4. 1. -

Rémunère forfaitairement la mission de prélèvement au site des zones d'emprunt d'échantillons pour les essais sur les agrégats pour les bétons, transport exclu (Prix B. 2. 3. 2.). S'applique à chaque mission.

PRIX B. 2. 4. 2. -

Rémunère la détermination de la granulométrie sur un échantillon de 20 kg. S'applique par tranche de 20 kg de matériaux examinés.

PRIX B. 2. 4. 3. -

Rémunère l'exécution d'analyses chimiques et bactériologiques en saison sèche et en période de crue en vue de déterminer les dispositions constructives des ouvrages et équipements. S'applique à chaque analyse.

PRIX B. 2. 4. 4. -

Rémunère la confection d'éprouvettes de béton au laboratoire (cubes 20/20/20cm) y compris les dispositions pour la conservation des éprouvettes et leur préparation pour les essais. S'applique à chaque éprouvette confectionnée.

PRIX B. 2. 4. 5. -

Ce prix est identique au prix B. 2. 4. 4. mais s'applique pour les éprouvettes cylindriques de Ø 30 cm H = 45 cm.

PRIX B. 2. 4. 6. -

Rémunère l'essai de la consistance et de détermination du poids spécifique apparent et du béton frais, conformément aux normes admises. S'applique à chaque essai.

PRIX B. 2. 4. 7. -

Rémunère la détermination du poids spécifique et la teneur en eau du béton des éprouvettes. S'applique à chaque éprouvette testée.

.../...

PRIX B. 2. 4. 8. -

Rémunère l'exécution d'un essai de compression simple sur une éprouvette de béton, y compris la détermination. S'applique à chaque essai.

PRIX B. 2. 4. 9. -

Rémunère l'exécution d'un essai de traction indirecte (essai brésilien) sur une éprouvette cylindrique de béton. S'applique à chaque essai.

PRIX B. 2. 4. 10 -

Rémunère forfaitairement l'exécution d'un essai de perméabilité du béton ? S'applique à chaque essai.

PRIX B. 2. 4. 11 -

Rémunère l'exécution de la détermination du module dynamique sur une éprouvette de béton. S'applique à chaque essai.

PRIX B. 2. 4. 12. -

Rémunère forfaitairement l'exécution d'un essai de bétonnage à température ambiante élevée, y compris recherche du traitement adéquat du béton après la mise en oeuvre, détermination du temps de prise et choix d'éventuels adjuvants retardateurs. S'applique à chaque essai complet. (Pour une température donnée, pour un degré hygrométrique et une composition du béton).