

Le 22 janvier 1965.



223746

SUITE AU RAPPORT SUR LA RESISTANCE DES LIANTS HYDRAULIQUES  
A L'EAU DE MER.

---

Résultats des essais à 30 ans d'âge.  
Prélèvement du 1er avril 1964.



Vlaams Instituut voor de Zee  
*Flanders Marine Institute*

Le Professeur-Directeur  
des Laboratoires,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "R. Dantinne".

R. DANTINNE.

Le Professeur-Directeur  
des Laboratoires,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "F. Campus".

F. CAMPUS.

UNIVERSITE DE LIEGE

Laboratoires d'Essais des  
Constructions du Génie Civil.

SUITE AU RAPPORT SUR LA RESISTANCE DES LIANTS HYDRAULIQUES  
A L'EAU DE MER.

---

Prélèvement.

Une série complète d'éprouvettes a été retirée de la mer le 1 avril 1964 par Messieurs les Professeurs CAMPUS et DANTINNE et Mademoiselle DZULYNSKI, en présence de Monsieur VAN DAEL, Conducteur des Ponts et Chaussées.

L'entrepreneur Monsieur VAN HUELE a fourni le matériel et la main d'oeuvre.

Des photos différentes ont été prises par le Service de Topographie et de Photogrammétrie du Ministère des Travaux Publics.

Photo 416914 Caisse à cylindres de béton armé immergée à mi-marée.

Photo 416915 Cylindres sortis de la caisse.

Photo 416916 Caisse à barrettes de mortier ouverte.

Caisse à l'avant-plan mortier n° 11 et 12 - beaucoup de  
disparitions.  
" à l'arrière-plan " n° 1 à 8 - Dégradation importante  
dans les séries 1 - 2 et 3.

Photo 416920 Caisse à béton 9 et mortier 9 et 10.  
Dégradation importante des mortiers 10.

Photo 416919 Caisses à béton en place.

416918 Caisses à béton ouverte.  
Dégradation importante des cubes n° 1 - 2 - 3.

Photo 416917 Nettoyage des cubes sortis des caisses.

Chaque éprouvette nettoyée est étiquetée et envoyée au laboratoire où des constatations plus détaillées sont effectuées en même temps que sur les éprouvettes conservées en eau sulfatée et en eau potable.

9

UNIVERSITE DE LIEGE

Laboratoires d'Essais des  
Constructions du Génie Civil.

SUITE AU RAPPORT SUR LA RESISTANCE DES LIANTS HYDRAULIQUES  
A L'EAU DE MER.

Résultats des essais de 1964 à 30 ans d'âge.

§ 1. CONSTATATION DES DEGRADATIONS.

I. CIMENT PORTLAND ARTIFICIEL A DURCISSEMENT RAPIDE : PDR.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

éprouvettes 11 : disparues.

éprouvettes 12 : rest. 1 épreuve très rongée : 458 gr.  
3 morceaux d'éprouvettes : 210 gr.  
194 gr.  
192 gr.

voir photo M 12 (n° 6357).

éprouvettes 13 : reste 7 morceaux d'éprouvettes fortement rongées  
voir photo M 13 (n° 6358).

Poids : 214 - 132 - 146 - 127 - 142 - 252 - 182 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

éprouvettes 11 : disparues.

éprouvettes 12 : 1 épreuve cassée en 2 morceaux avec boursouflures à la surface et quelques fissures : 660 gr.  
(2 morceaux).

3 éprouvettes entières avec boursouflures en surface, coins ébréchés et quelques fissures :

670 - 653 - 640 gr.

voir photo S 12 (n° 6359).

.../...

éprouvettes 13 : 4 éprouvettes entières dont 2 ont les coins ébréchés.

628 - 628 - 627 - 625 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

Eprouvettes intactes.

éprouvettes 11 : 570 - 577 - 585 - 586 gr.

12 : 604 - 598 - 610 - 603 gr.

13 : 602 - 620 - 626 - 615 gr.

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

Les 3 cubes sont fortement dégradés, arrondis et friables en surface. Photo M 1 (n° 6360).

6,840 - 4,795 - 5,920 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

Les 3 cubes présentent une ébréchure assez importante (coin enlevé).

9,550 - 9,270 - 9,600 Kg.      Photos 1S1 (n° 6335)

1S2 (n° 6336)

1S3 (n° 6337).

c) Immersion dans l'eau potable.

Les 3 cubes sont intacts.

9,900 - 9,925 - 9,925 Kg.

- - - - -

.../...

9

II. CIMENT PORTLAND ARTIFICIEL NORMAL (PAN).

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

éprouvettes 21 : reste 5 morceaux fortement dégradés.

Photo M 21 (n° 6361)

262 - 272 - 77 - 92 - 98 gr.

éprouvettes 22 : 4 éprouvettes entières mais rongées et craquelées.

Photo M 22 (n° 6362)

446 - 477 - 484 - 415 gr.

éprouvettes 23 : 2 éprouvettes entières fortement rongées :

322 - 327 gr.

2 éprouvettes cassées et rongées : 4 morceaux

de 266 - 177 - 151 - 52 gr.

Photo M 23 ( n° 6363).

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

éprouvettes 21 : n'existent plus.

éprouvettes 22 : reste 3 éprouvettes cintrées avec la surface supérieure gonflée et fissurée.

Photo S 22 (n° 6364)

626 - 634 - 614 gr.

éprouvettes 23 : 4 éprouvettes entières dont 2 avec les coins légèrement cassés.

611 - 622 - 627 - 612 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

éprouvettes 21 : intactes - 583 - 579 - 585 - 585 gr.

éprouvettes 22 : " - 604 - 606 - 607 - 588 gr.

éprouvettes 23 : " - 613 - 624 - 614 - 613 gr.

.../...

8

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

Les trois cubes sont fortement dégradés, arrondis et friables en surface. Photo M 2 (n° 6365).

7,255 - 5,000 - 5,375 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

Les 3 cubes sont entiers sauf l'enlèvement local de la laitance en surface. Photo 2 S1 (n° 6338).

9,850 - 9,950 - 9,950 Kg.

c) Immersion dans l'eau potable.

Les cubes sont intacts.

9,950 - 9,950 - 9,875 Kg.

-----

.../...

8

III. 2/3 CIMENT PORTLAND ARTIFICIEL NORMAL II et 1/3 DE TRASS MOULU.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

épreuves 31 : 2 éprouvettes presque entières et fortement rongées.

2 morceaux Photo M 31 (n° 6366).

387 - 342 - 171-102 gr.

épreuves 32 : 3 éprouvettes presque entières et fortement rongées.

1 morceau Photo M 32 (n° 6367).

430 - 407 - 437 - 218 gr.

épreuves 33 : 2 éprouvettes presque entières et fortement rongées.

4 morceaux d'éprouvettes - Photo M 33 (n° 6368).

310 - 302 - 238 - 228 - 66 - 64 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

épreuves 31 : 1 éprouvette fortement déformée et crevassée.

3 éprouvettes dont les extrémités sont fissurées et gonflées. Photo S 31 (n° 6369).

634 - 596 - 596 - 591 gr.

épreuves 32 : 1 éprouvette dont l'extrémité est fissurée et gonflée, les 3 autres éprouvettes intactes.

605 - 591 - 592 - 587 gr.

épreuves 33 : 4 éprouvettes intactes.

592 - 590 - 596 - 597 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

épreuves 31 : intactes. 567 - 570 - 575 - 575 gr.

" 32 : " 587 - 580 - 577 - 590 gr.

" 33 : " 592 - 595 - 606 - 595 gr.

.../...

8

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

Les 3 cubes sont fortement dégradés et arrondis et friables en surface.

Photo M 3 (n° 6370)

7,450 - 8,550 - 8,245 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

Les 3 cubes sont entiers sauf de petits coins cassés.

10,050 - 10,000 - 10,000 Kg.

c) Immersion dans l'eau potable.

Les 3 cubes sont intacts.

9,825 - 9,750 - 9,825 Kg.

- - - - -

.../...

8

IV. CIMENT DE HAUT-FOURNEAU A HAUTE RESISTANCE : HFHR.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

éprouvettes 41 : 1 éprouvette entière mais corrodée

4 morceaux d'éprouvettes. Photo M 41 (n° 6371).

458 - 245 - 193 - 190 - 50 gr.

éprouvettes 42 : 3 éprouvettes entières mais corrodées

2 morceaux d'éprouvettes. Photo M.42 (n° 6372).

395 - 435 - 453 - 222 - 137 gr.

éprouvettes 43 : 4 éprouvettes entières mais corrodées.

Photo M.43 (n° 6373).

363 - 297 - 361 - 402 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

Eprouvettes 41 : Toutes les éprouvettes sont détruites.

éprouvettes 42 : 2 éprouvettes entières, éclatées et fissurées aux extrémités.

2 morceaux d'éprouvettes. Photo S 42 (n° 6374).

571 - 570 gr. et 510 gr. (2 morceaux).

éprouvettes 43 : les 4 éprouvettes sont intactes.

606 - 604 - 619 - 616 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

éprouvettes 41 : 4 éprouvettes intactes : 580 - 576 - 578 - 571 gr.

" 42 : 4 " " : 598 - 595 - 585 - 596 gr.

" 43 : 4 " " : 606 - 594 - 598 - 604 gr.

.../...

8

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

1 cube corrodé et partiellement arrondi. Photo M 4 (n° 6375).

9,400 Kg.

1 cube presque entier sauf enlèvement de la laitance de surface.

9,900 Kg.

1 cube un peu arrondi, mais moins que le 1er cube précité.

9,675 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

Les 3 cubes sont entiers, la laitance est corrodée en surface, par endroits.

9,950 - 9,950 - 10,000 Kg.

c) Immersion dans l'eau potable.

Les 3 cubes sont intacts.

9,975 - 9,875 - 9,850 Kg.

- - - - -

.../...

8

V. CIMENT DE HAUT-FOURNEAU NORMAL (HFN).

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

éprouvettes 51 : les 4 éprouvettes sont entières mais corrodées.

350 - 346 - 412 - 408 gr. Photo M 51 (n° 6376).

éprouvettes 52 : les 4 éprouvettes sont entières et intactes.

596 - 588 - 597 - 592 gr.

éprouvettes 53 : les 4 éprouvettes sont entières et intactes.

588 - 593 - 595 - 593 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

éprouvettes 51 : 3 éprouvettes entières mais fissurées et ébréchées  
aux extrémités.

1 morceau d'éprouvette. Photo S 51 (n° 6377).

567 - 574 - 576 - 265 gr.

éprouvettes 52 : 3 éprouvettes entières et intactes.

1 éprouvette entière avec 2 coins éclatés et une fis-  
sure se prolongeant le long d'une arête.

596 - 590 - 600 - 600 gr.

éprouvettes 53 : 2 éprouvettes entières et intactes.

2 éprouvettes entières avec un petit coin éclaté.

615 - 599 - 606 - 606 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

éprouvettes 51 : intactes 572 - 565 - 564 - 565 gr.

" 52 : intactes 593 - 597 - 599 - 595 gr.

" 53 : intactes 604 - 605 - 594 - 593 gr.

.../...

8

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

Les 3 cubes sont entiers avec la laitance corrodée en surface, par endroits. 9,925 - 9,990 - 9,825 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

Les 3 cubes sont intacts.

10,000 - 9,950 - 10,050 Kg

c) Immersion dans l'eau potable.

Les 3 cubes sont intacts.

9,950 - 9,900 - 9,950 Kg.

- - - - -

.../...

VI. CIMENT PERMETALLURGIQUE NORMAL (PMN).

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

épreuves 61 : 4 éprouvettes entières mais corrodées.

Photo M 61 (n° 6378).

445 - 492 - 438 - 443 gr.

épreuves 62 : 4 éprouvettes entières légèrement corrodées en surface.

586 - 585 - 582 - 592 gr.

épreuves 63 : 4 éprouvettes entières et intactes.

597 - 598 - 595 - 597 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

épreuves 61 : 4 éprouvettes entières dont 2 avec un coin un peu ébréché et 1 avec un coin ébréché et une petite fissure.

568 - 564 - 567 - 564 gr.

épreuves 62 : 4 éprouvettes entières dont 3 intactes et 1 avec un coin ébréché et une petite fissure se prolongeant le long d'une arête.

596 - 591 587 - 588 gr.

épreuves 63 : 4 éprouvettes entières dont 3 intactes et 1 avec une petite fissure le long d'une arête.

598 - 601 - 599 - 592 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

épreuves 61 : 4 éprouvettes intactes 569 - 574 - 563 - 572 gr.

" 62 : 4 " " 596 - 594 - 588 - 586 gr.

" 63 : 4 " " 600 - 600 - 600 - 595 gr.

.../...

9

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

3 cubes entiers avec la laitance de surface corrodée par endroits.

9,850 - 9,950 - 9,725 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

3 cubes intacts.

9,900 - 9,920 - 9,970 Kg.

c) Immersion dans l'eau potable.

3 cubes intacts.

9,850 - 9,850 - 9,875 Kg.

-----

.../...

9

VII. CIMENT SURSULFATE.

A. Eprouvettes mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

épreuves 71 : 4 éprouvettes presque entières et corrodées.

Photo M 71 (n° 6379).

485 - 392 - 480 - 412 gr.

épreuves 72 : 4 éprouvettes entières très légèrement corrodées en surface.

588 - 577 - 590 - 586 gr.

épreuves 73 : 4 éprouvettes entières et intactes.

584 - 588 - 593 - 590 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

épreuves 71 : 4 éprouvettes entières très légèrement corrodées en surface.

584 - 578 - 585 - 580 gr.

épreuves 72 : 4 éprouvettes entières dont 2 intactes,

1 avec un petit coin ébréché  
et 1 " une petite arête ébréchée.

582 - 588 - 584 - 591 gr.

épreuves 73 : 4 éprouvettes entières dont 2 intactes,

1 avec un coin échaté  
et 1 avec une arête et 2 coins un peu ébréchés.

596 - 601 - 608 - 606 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

épreuves 71 - 4 éprouvettes intactes : 573 - 565 - 567 - 574 gr.

" 72 - 4 " Intactes : 588 - 585 - 588 - 584 gr.

" 73 - 4 " intactes : 603 - 604 - 597 - 580 gr.



.../...

8

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

3 cubes entiers avec laitance corrodée en surface sur presque toute la surface.

9,700 - 9,700 - 9,700 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

3 cubes entiers et intacts.

9,900 - 9,800 - 9,850 Kg.

c) Immersion dans l'eau potable.

3 cubes entiers et intacts.

9,875 - 9,900 - 9,825 Kg.

- - - - -

.../...

9

VIII. CIMENT ALUMINEUX FONDU.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

éprouvettes 81 : 4 éprouvettes presque entières mais corrodées.

Photo M 81 (n° 6380).

396 - 418 - 365 - 394 gr.

éprouvettes 82 : 4 éprouvettes entières, légèrement corrodées en surface.

572 - 578 - 575 - 577 gr.

éprouvettes 83 : 4 éprouvettes entières et intactes

578 - 583 - 588 - 591 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

éprouvettes 81 : 3 éprouvettes intactes

1 éprouvette avec un éclat en surface d'environ

7 x 1 cm.

585 - 572 - 586 - 583 gr.

éprouvettes 82 : 4 éprouvettes intactes

591 - 591 - 590 - 592 gr.

éprouvettes 83 : 4 éprouvettes intactes.

604 - 616 - 608 - 623 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

éprouvettes 81 : 4 éprouvettes intactes : 565 - 569 - 582 - 593 gr.

éprouvettes 82 : 4 " " : 621 - 600 - 616 - 617 gr.

éprouvettes 83 : 4 " " : 617 - 630 - 631 - 629 gr.

.../...

9

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

3 cubes intacts : 10,075 - 10,100 - 10,100 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

3 cubes intacts : 10,170 - 10,100 - 10,150 Kg.

c) Immersion dans l'eau potable.

3 cubes intacts : 10,050 - 10,150 - 10,175 Kg.

- - - - -

.../...

R

IX. CIMENT MARIN (PERMETALLURGIQUE SPECIAL).

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

éprouvettes 91 : reste 4 morceaux d'éprouvettes. Photo M 91.  
204 - 172 - 162 - 136 gr. (n° 6381)

éprouvettes 92 : 4 éprouvettes entières légèrement corrodées en  
surface.

565 - 572 - 554 - 562 gr.

éprouvettes 93 : 4 éprouvettes intactes

607 - 613 - 602 - 602 gr.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

éprouvettes 91 : 4 éprouvettes intactes  
568 - 570 - 562 - 573 gr.

" 92 : 4 éprouvettes intactes  
603 - 607 - 590 - 598 gr.

" 93 : 4 éprouvettes intactes  
606 - 606 - 606 - 607 gr.

c) Immersion dans l'eau potable.

éprouvettes 91 : 4 éprouvettes intactes  
572 - 584 - 590 - 575 gr.

" 92 : 4 éprouvettes intactes  
602 - 600 - 595 - 597 gr.

" 93 : 4 éprouvettes intactes  
620 - 620 - 605 - 612 gr.

.../...

B. Eprouvettes en béton.

a) Immersion dans la mer.

3 cubes entiers et intacts.  
9,775 - 9,800 - 9,825 Kg.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

3 cubes entiers et intacts.  
10,000 - 9,950 - 10,050 Kg.

c) Immersion dans l'eau potable.

3 cubes entiers et intacts.  
9,650 - 9,875 - 9,725 Kg.

- - - - -

.../...

8

X. TRASSZEMENT 50/50.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

éprouvettes 101 : reste 4 morceaux d'éprouvettes - Photo M 101  
129 - 137 - 88 - 63 gr. (n° 6382)

éprouvettes 102 : reste 2 morceaux d'éprouvettes - Photo M 102  
162 - 166 gr. (n° 6383)

éprouvettes 103 : reste 5 morceaux d'éprouvettes - Photo M 103  
200 - 186 - 137 - 117 - 37 gr. (n° 6384)

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

éprouvettes 101 : 4 éprouvettes entières dont 2 intactes  
et 2 avec une face longitudinale gonflée et fissurée  
en surface.  
595 - 581 - 578 - 572 gr.

éprouvettes 102 ; 4 éprouvettes entières dont 3 intactes et  
1 avec un petit coin ébréché.  
599 - 596 - 584 - 596 gr.

éprouvettes 103 : 4 éprouvettes entières dont 3 intactes et  
1 avec une fissure longitudinale.  
581 - 582 - 608 - 621 gr/

c) Immersion dans l'eau potable.

éprouvettes 101 : 4 éprouvettes entières  
571 - 564 - 575 - 575 gr.

éprouvettes 102 : 4 éprouvettes entières  
603 - 601 - 588 - 595 gr.

éprouvettes 103 : 4 éprouvettes entières  
598 - 588 - 590 - 590 gr.

.../...

B et C. Eprouvettes en béton.

Il n'a pas été fait d'éprouvettes en béton ou béton armé au moyen du ciment X.

Mais il a été confectionné des éprouvettes en béton numérotées 10 au moyen du ciment portland artificiel normal II, dans la composition duquel béton, 25 % de sable du Rhin avait été remplacé par du sable fin des dunes. Des groupes de 3 cubes avaient été conservés dans l'eau sulfatée, et les autres dans l'eau potable.

Lors d'un nettoyage des bacs de conservation effectué le 24.5. 1950, il a déjà été constaté que les cubes X conservés dans l'eau sulfatée sont désagrégés au point qu'il ne restait que le coeur consistant. Ces fragments inutilisables pour les essais mécaniques ont été évacués à cette date, c'est-à-dire après 16 ans.

Les cubes (3) conservés en eau potable sont intacts.

Poids : 9,900 - 9,925 - 9,900 Kg.

-----

.../...

*R*

§ 2. ESSAIS NON DESTRUCTIFS SUR LES BARRETTES DE MORTIER PLASTIQUE 4x4x16 cm.

METHODE PAR ULTRA-SONS.

Préalablement aux essais de rupture, on a procédé, autant que l'état de l'éprouvette le permettait, à une détermination de la vitesse de propagation des ultra-sons dans le sens longitudinal de l'éprouvette.

APPAREILLAGE CAWKELL.

L'appareillage est constitué par un générateur d'impulsions électriques à fréquence constante de 150 KHz et muni de 2 palpeurs, l'un d'émission et l'autre de réception. Un cristal piezo-électrique logé dans la tête de chaque palpeur transforme les oscillations électriques en impulsions mécaniques (tête d'émission) et inversement (tête de réception). Le déphasage des circuits d'émission et de réception permet de déterminer le temps de parcours des ondes entre les 2 palpeurs. En appliquant les 2 palpeurs sur 2 faces opposées d'un prisme de longueur L, on détermine le temps de passage des ondes à travers ce prisme. (t)

et la vitesse  $V_L = \frac{L}{t}$  est exprimée en m/sec.

Remarque : L vaut 16 cm pour toutes les éprouvettes sauf celles raccourcies par corrosion mais qui ont encore permis la mesure malgré la dégradation. Pour ces éprouvettes la longueur a été mesurée individuellement.

.../...

8

## ULTRA-SONS

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS à seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 1/1	1					
		2					
		3	épreuves disparues.				
		4					
	450 kg ciment 1/2	1	458	16	38,7	4130	4130
		2					
		3	épreuves brisées.				
		4					
	600 kg ciment 1/3	1					
2							
3		épreuves brisées.					
4							
B. EAU SULFATÉE	300 kg ciment 1/1	1					
		2					
		3	épreuves disparues.				
		4					
	450 kg ciment 1/2	1	épreuve brisée.				
		2	670	16	43,8	3650	
		3	653	16	39,2	4080	3877
		4	640	16	41,-	3900	
	600 kg ciment 1/3	1	628	16	36,2	4420	
2		628	16	35,4	4520	4490	
3		627	16	36,0	4440		
4		625	16	34,9	4580		
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 1/1	1	570	16	40,-	4000	
		2	577	16	40,-	4000	
		3	585	16	39,9	4020	4000
		4	586	16	40,2	3980	
	450 kg ciment 1/2	1	604	16	36,3	4410	
		2	598	16	36,1	4440	4455
		3	610	16	35,6	4490	
		4	603	16	35,7	4480	
	600 kg ciment 1/3	1	602	16	35,8	4470	
		2	620	16	35,0	4575	
		3	626	16	34,5	4640	4576
		4	615	16	34,7	4620	

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS à seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 2/1	1	épreuves brisées.				
		2					
		3					
		4					
	450 kg ciment 2/2	1	446	16	37,7	4240	4245
		2	477	16	38,-	4220	
		3	484	16	37,2	4300	
		4	415	16	38,-	4220	
	600 kg ciment 2/3	1	322	16	38,4	4170	4205
		2	327	16	37,7	4240	
		3	épreuves brisées.				
		4					
B. EAU SULFATEE	300 kg ciment 2/1	1	épreuves disparues.				
		2					
		3					
		4					
	450 kg ciment 2/2	1	626	16	37,1	4320	4340
		2	634	16	36,9	4340	
		3	614	16	36,7	4360	
		4	épreuve disparue.				
	600 kg ciment 2/3	1	611	16	34	4710	4665
		2	622	16	34,4	4650	
		3	627	16	34,3	4670	
		4	612	16	34,6	4630	
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 2/1	1	583	16	38,9	4110	4045
		2	579	16	40,2	3980	
		3	585	16	40,2	3980	
		4	585	16	38,9	4110	
	450 kg ciment 2/2	1	604	16	35,9	4460	4375
		2	606	16	36,7	4360	
		3	607	16	36,6	4370	
		4	588	16	37,2	4310	
	600 kg ciment 2/3	1	613	16	35,-	4570	4625
		2	624	16	34,6	4630	
		3	614	16	34,6	4630	
		4	613	16	34,3	4670	

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS μ seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.		
						Individuelle	Moyenne	
A. MER	300 kg ciment 3/ 1	1	387	16	42	3810	3770	
		2	342	15,1	40,4	3730		
		3	épreuves brisées.					
		4	épreuves brisées.					
	450 kg ciment 3/ 2	1	430	16	38,4	4170	4190	
		2	407	16	38,3	4180		
		3	437	16	38,0	4220		
		4	épreuve brisée.					
	600 kg ciment 3/ 3	1	310	15,4	36,4	4230	4205	
		2	302	15,4	36,8	4180		
		3	épreuves brisées.					
		4	épreuves brisées.					
B. EAU SULFATEE	300 kg ciment 3/ 1	1	634	épreuve trop dégradée (éclatement).				
		2	596	16	43,2	3700	3703	
		3	596	16	44,7	3580		
		4	591	16	41,8	3830		
	Résultats douteux en raison de la fissuration des épreuves.							
	450 kg ciment 3/ 2	1	605 (fissurée)	16	38,7	4130	4230	
		2	591	16	37,2	4310		
		3	592	16	37,2	4310		
		4	587	16	38,4	4170		
	600 kg ciment 3/ 3	1	592	16	35,4	4525	4541	
		2	590	16	35,-	4570		
		3	596	16	34,7	4610		
4		597	16	35,9	4460			
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 3/ 1	1	567	16	39,4	4060	4065	
		2	570	16	40	4000		
		3	575	16	39,2	4080		
		4	575	16	38,9	4120		
	450 kg ciment 3/ 2	1	587	16	38,2	4190	4237	
		2	580	16	37,8	4230		
		3	577	16	37,6	4260		
		4	590	16	37,5	4270		
	600 kg ciment 3/ 3	1	592	16	36,4	4390	4422	
		2	595	16	36,3	4410		
		3	606	16	35,8	4470		
		4	595	16	36,2	4420		

## ULTRA-SONS

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS à seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 4/1	1	458	16	41,8	3830	3830
		2	épreuves brisées.				
		3					
		4					
	450 kg ciment 4/2	1		395	16	37,9	4220
		2	435	16	37,3	4290	
		3	453	16	37,6	4260	
		4	épreuve brisée.				
	600 kg ciment 4/3	1	363	15,9	37,4	4250	4250
		2	297	15,5	37,3	4160	
		3	361	16	37,7	4240	
		4	402	16	36,8	4350	
B. EAU SULFATÉE	300 kg ciment 4/1	1					
		2					
		3					
		4					
	450 kg ciment 4/2	1	571	16	35,1	4560	4535
		2	570	16	35,5	4510	
		3	épreuve brisée " disparue.				
		4					
	600 kg ciment 4/3	1	606	16	34,9	4580	4625
		2	604	16	34,4	4650	
		3	619	16	34,5	4640	
		4	616	16	34,6	4630	
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 4/1	1	580	16	40,7	3930	4035
		2	576	16	38,8	4130	
		3	578	16	39,2	4080	
		4	571	16	40,-	4000	
	450 kg ciment 4/2	1	598	16	36,8	4350	4380
		2	595	16	36,-	4440	
		3	585	16	37,-	4330	
		4	596	16	36,4	4400	
	600 kg ciment 4/3	1	606	16	34,6	4630	4647
		2	594	16	34,8	4600	
		3	598	16	34,4	4650	
		4	604	16	34,0	4710	

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS à seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 5/ 1	1	350	15,3	37,7	4060	4027
		2	346	15,5	40,-	3880	
		3	412	15,8	39,-	4050	
		4	408	15,9	38,6	4120	
	450 kg ciment 5/ 2	1	596	16	35,2	4550	4535
		2	588	16	35,5	4510	
		3	597	16	35,5	4510	
		4	592	16	35,8	4570	
	600 kg ciment 5/ 3	1	588	16	35,1	4560	4562
		2	593	16	35,2	4550	
		3	595	16	35,-	4570	
		4	593	16	35,-	4570	
B. EAU SULFATEE	300 kg ciment 5/ 1	1	567	16	38,2	4190	4167
		2	574	16	38,3	4180	
		3	576	16	38,7	4130	
		4	épreuve brisée.				
	450 kg ciment 5/ 2	1	596	16	35,3	4530	4527
		2	590 (fissurée)	16	35,7	4480	
		3	600	16	35,-	4570	
		4	600	16	35,3	4530	
	600 kg ciment 5/ 3	1	615	16	34,2	4600	4653
		2	599	16	34,4	4650	
		3	606	16	34,5	4640	
		4	606	16	34,5	4640	
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 5/ 1	1	572	16	39,4	4060	4107
		2	565	16	39,6	4040	
		3	564	16	38,8	4130	
		4	565	16	38,1	4200	
	450 kg ciment 5/ 2	1	593	16	35,9	4460	4497
		2	597	16	35,1	4560	
		3	599	16	35,2	4550	
		4	595	16	36,2	4420	
	600 kg ciment 5/ 3	1	604	16	35,-	4570	4582
		2	605	16	34,9	4580	
		3	594	16	34,4	4650	
		4	593	16	35,3	4530	

## ULTRA-SONS

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS à seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 6/1	1	445	15,8	38	4160	4162
		2	492	16,-	38	4220	
		3	438	15,8	38,5	4110	
		4	443	16,-	38,5	4160	
	450 kg ciment 6/2	1	586	16	35,4	4520	4425
		2	585	16	36,1	4430	
		3	582	16	36,6	4370	
		4	592	16	36,5	4380	
	600 kg ciment 6/3	1	597	16	35,-	4575	4565
		2	598	16	35,1	4560	
		3	595	16	35,-	4575	
		4	597	16	35,2	4550	
B. EAU SULFATEE	300 kg ciment 6/1	1	568	16	37,4	4280	4257
		2	564	16	37,6	4260	
		3	567	16	37,8	4230	
		4	564	16	37,6	4260	
	450 kg ciment 6/2	1	596	16	35,9	4460	4540
		2	591	16	35,4	4520	
		3	587	16	34,8	4600	
		4	588	16	34,9	4540	
	600 kg ciment 6/3	1	598	16	33,6	4770	4762
		2	601	16	33,9	4720	
		3	599	16	33,3	4810	
		4	592	16	33,7	4750	
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 6/1	1	569	16,	38,1	4200	4150
		2	574	16	39,5	4050	
		3	563	16	38,8	4120	
		4	572	16	37,8	4230	
	450 kg ciment 2	1	596	16	35,7	4480	4462
		2	594	16	35,6	4490	
		3	588	16	36,0	4450	
		4	586	16	36,1	4430	
	600 kg ciment 6/3	1	600	16	35,6	4490	4577
		2	600	16	35,8	4470	
		3	600	16	34,0	4710	
		4	595	16	34,5	4640	

## ULTRA-SONS

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS à seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 7/1	1	485	15,9	39,3	4050	4085
		2	392	15,1	37	4080	
		3	480	16,-	38,4	4170	
		4	412	15,6	38,5	4050	
	450 kg ciment 7/2	1	588	16	36	4450	4425
		2	577	16	36,3	4410	
		3	590	16	36,5	4380	
		4	586	16	36,0	4450	
	600 kg ciment 7/3	1	584	16	36,-	4450	4450
		2	588	16	35,9	4460	
		3	593	16	35,8	4470	
		4	590	16	36,2	4425	
B. EAU SULFATÉE	300 kg ciment 7/1	1	584	16	37,2	4300	4332
		2	578	16	37,1	4320	
		3	585	16	36,8	4350	
		4	580	16	36,7	4360	
	450 kg ciment 7/2	1	582	16	34,2	4680	4640
		2	588	16	34,4	4650	
		3	584	16	34,6	4630	
		4	591	16	34,8	4600	
	600 kg ciment 7/3	1	596	16	34,8	4600	4637
		2	601	16	34,6	4630	
		3	608	16	34,2	4680	
		4	606	16	34,5	4640	
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 7/1	1	573	16	37,4	4280	4237
		2	565	16	37,4	4280	
		3	567	16	38,-	4220	
		4	574	16	38,3	4170	
	450 kg ciment 7/2	1	588	16	35,2	4550	4545
		2	585	16	35,1	4560	
		3	588	16	35,4	4530	
		4	584	16	35,3	4540	
	600 kg ciment 7/3	1	603	16	35,2	4550	4582
		2	604	16	34,6	4630	
		3	597	16	34,6	4630	
		4	580	16	35,4	4520	

## ULTRA-SONS

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS μ seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 8/1	1	396	15,7	38,2	4110	4047
		2	418	16,-	38,9	4120	
		3	365	15,3	38,5	3970	
		4	394	15,-	37,6	3990	
	450 kg ciment 8/2	1	572	16	37,4	4280	4257
		2	578	16	38,1	4200	
		3	575	16	37,6	4260	
		4	577	16	37,3	4290	
	600 kg ciment 8/3	1	578	16	36,2	4420	4454
		2	583	16	36,-	4440	
		3	588	16	35,3	4530	
		4	591	16	36,2	4425	
B. EAU SULFATEE	300 kg ciment 8/1	1	585	16	37,6	4260	4185
		2	572	16	38	4210	
		3	586	16	38,8	4130	
		4	583	16	38,7	4140	
	450 kg ciment 8/2	1	591	16	36,5	4380	4325
		2	591	16	37,2	4300	
		3	590	16	36,9	4330	
		4	592	16	37,3	4290	
	600 kg ciment 8/3	1	604	16	36,8	4350	4377
		2	616	16	36,2	4420	
		3	608	16	36,5	4380	
		4	623	16	36,7	4360	
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 8/1	1	565	16	44,6	3590	3630
		2	569	16	44,4	3600	
		3	582	16	43,6	3670	
		4	593	16	43,7	3660	
	450 kg ciment 8/2	1	621	16	40	4000	4102
		2	600	16	38,5	4160	
		3	616	16	39,2	4080	
		4	617	16	38,4	4170	
	600 kg ciment 8/3	1	617	16	37,7	4240	4297
		2	630	16	37,9	4220	
		3	631	16	36,5	4380	
		4	629	16	36,8	4350	

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS 1/4 seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 9/1	1	épreuves brisées.				
		2					
		3					
		4					
	450 kg ciment 9/2	1	565	16	36,3	4410	4342
		2	572	16	36,7	4360	
		3	554	16	37,2	4300	
		4	562	16	37,2	4300	
	600 kg ciment 9/3	1	607	16	35,8	4470	4462
		2	613	16	35,1	4560	
		3	602	16	36,2	4420	
		4	602	16	36,4	4400	
B. EAU SULFATEE	300 kg ciment 9/1	1	568	16	37,6	4260	4302
		2	570	16	37,2	4300	
		3	562	16	37,0	4325	
		4	573	16	37,0	4325	
	450 kg ciment 9/2	1	603	16	34,6	4630	4640
		2	607	16	34,7	4610	
		3	590	16	34,5	4640	
		4	598	16	34,2	4680	
	600 kg ciment 9/3	1	606	16	34,0	4710	4740
		2	606	16	33,6	4760	
		3	606	16	33,6	4760	
		4	607	16	33,8	4730	
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 9/1	1	572	16	38,6	4140	4137
		2	584	16	40,1	3990	
		3	590	16	37,7	4250	
		4	575	16	38,4	4170	
	450 kg ciment 9/2	1	602	16	36,-	4450	4504
		2	600	16	35,7	4480	
		3	595	16	35,-	4575	
		4	597	16	35,5	4510	
	600 kg ciment 9/3	1	620	16	34,3	4670	4702
		2	620	16	35,-	4570	
		3	605	16	33,4	4790	
		4	612	16	33,5	4780	

9

## ULTRA-SONS

Conser- vation	DOSAGE	NUMERO Epreuve	POIDS épreuve grammes	LONGUEUR L centimètres	TEMPS à seconde	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
						Individuelle	Moyenne
A. MER	300 kg ciment 10/1	1	épreuves brisées.				
		2					
		3					
		4					
	450 kg ciment 10/2	1	"	"			
		2					
		3					
		4					
	600 kg ciment 10/3	1	"	"			
2							
3							
4							
B. EAU SULFATÉE	300 kg ciment 10/1	1	595	16	39,-	4110	4112
		2	581	16	38,6	4150	
		3	578	16	39,-	4110	
		4	572	16	39,2	4080	
	450 kg ciment 10/2	1	599	16	36,8	4350	4335
		2	596	16	37,4	4280	
		3	584	16	37,2	4300	
		4	596	16	36,3	4410	
	600 kg ciment 10/3	1	581	16	37,6	4260	4272
2		582	16	36,8	4350		
3		608	16	37,9	4220		
4		621	16	37,6	4260		
C. EAU POTABLE	300 kg ciment 10/1	1	571	16	40,2	3980	3970
		2	564	16	41,4	3870	
		3	575	16	40,0	4000	
		4	575	16	40,5	3950	
	450 kg ciment 10/2	1	603	16	37,5	4270	4260
		2	601	16	37,-	4330	
		3	598	16	37,8	4230	
		4	595	16	38,0	4210	
	600 kg ciment 10/3	1	598	16	38,-	4210	4255
2		588	16	38,1	4200		
3		590	16	37,3	4290		
4		590	16	37,1	4320		

§ 3. ESSAIS NON DESTRUCTIFS SUR LES CUBES DE BETON.

a) METHODE PAR ULTRA-SONS.

L'appareillage utilisé est le même que celui décrit au § 2.

b) METHODE DU SCLEROMETRE DE SCHMIDT.

Le cube est placé entre les plateaux d'une presse avec une charge de 2 tonnes. Dix points de mesure sont effectués sur deux faces opposées répartis sur la surface.

-----

.../...

I. CIMENT P A D R		ULTRA-SONS			209	
Conservation	NUMERO	POIDS épreuve kilogrammes	TEMPS		VITESSE V <sub>L</sub> EN m/sec.	
	Epreuve		/μ seconde		Individuelle	Moyenne
A. MER	1	6,840				
	2	4,795	pas de mesure possible en raison			
	3	5,920	de la forme des cubes dégradés.			
B. EAU SULFATÉE	1	9,550	33,3 32,8	- 33,05	4840	4850
	2	9,270	32,6 33,3	- 32,95	4860	
	3	9,600	33,0 33,0	- 33,0	4850	
C. EAU POTABLE	1	9,900	32,7 32,7	- 32,7	4890	4868
	2	9,925	32,7 33,0	- 32,85	4875	
	3	9,925	33,4 32,7	- 33,05	4840	

Conser- vation	NUMERO Epreuve	SCLEROMETRE DE SCHMIDT				Moyenne
		Individuel				
A. MER	1	pas de mesure possible				
	2	en raison de la forme des cubes dégradés.				
	3					
B. EAU SULFATÉE	1	47 - 46 - 44 - 49 - 50 - 48 - 50 - 47 - 49 - 46 42 - 41 - 46 - 47 - 38 - 49 - 42 - 44 - 46 - 42				45,65
	2	40 - 47 - 41 - 42 - 41 - 36 - 42 - 46 - 44 - 46 49 - 49 - 48 - 53 - 50 - 52 - 49 - 44 - 50 - 50				45,95
	3	44 - 48 - 42 - 40 - 46 - 43 - 50 - 49 - 48 - 48 46 - 44 - 49 - 50 - 45 - 47 - 49 - 39 - 49 - 46				46,1
C. EAU POTABLE	1	44 - 47 - 46 - 46 - 51 - 49 - 43 - 50 - 42 - 47 36 - 45 - 48 - 42 - 44 - 42 - 38 - 37 - 40 - 39				43,8
	2	48 - 50 - 37 - 48 - 43 - 40 - 36 - 35 - 43 - 40 48 - 49 - 49 - 44 - 51 - 48 - 48 - 48 - 46 - 47				44,9
	3	40 - 49 - 48 - 40 - 47 - 50 - 39 - 38 - 44 - 44 40 - 38 - 35 - 53 - 44 - 46 - 39 - 44 - 43 - 38				42,95

II. CIMENT P A N		ULTRA-SONS			210	
Conservation	NUMERO	POIDS épreuve kilogrammes	TEMPS		VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Epreuve		µ seconde		Individuelle	Moyenne
A. MER	1					
	2		pas de mesure possible en raison			
	3		de la forme des cubes dégradés.			
B. EAU SULFATÉE	1	9,850	34,4 34,4	- 34,4	4650	4248
	2	9,950	34,9 35,0	- 34,95	4575	
	3	9,950	34,3 36,9	- 35,6	4490	
C. EAU POTABLE	1	9,950	32,8 33,6	- 33,2	4820	4807
	2	9,950	33,0 33,7	- 33,35	4800	
	3	9,875	33,3 33,4	- 33,35	4800	

Conser- vation	NUMERO Epreuve	SCLEROMETRE DE SCHMIDT				
		Individuel				Moyenne
A. MER	1	pas de mesure possible en raison de la				
	2	forme des cubes dégradés.				
	3					
B. EAU SULFATÉE	1	34 - 36 - 35 - 42 - 44 - 45 - 36 - 40 - 45 - 44 41 - 43 - 44 - 45 - 45 - 47 - 49 - 46 - 40 - 44	42,25			43,3
	2	46 - 46 - 41 - 40 - 46 - 42 - 46 - 37 - 37 - 40 42 - 45 - 42 - 42 - 44 - 42 - 46 - 44 - 46 - 45	42,95			
	3	40 - 39 - 35 - 47 - 47 - 48 - 47 - 46 - 46 - 43 37 - 50 - 44 - 46 - 46 - 45 - 47 - 44 - 47 - 49	44,65			
C. EAU POTABLE	1	45 - 44 - 42 - 41 - 52 - 46 - 42 - 48 - 44 - 46 38 - 38 - 37 - 32 - 42 - 44 - 39 - 40 - 40 - 40	42			40,87
	2	33 - 36 - 38 - 39 - 39 - 24 - 36 - 40 - 43 - 40 45 - 44 - 46 - 42 - 37 - 52 - 41 - 46 - 48 - 42	40,55			
	3	40 - 38 - 36 - 39 - 43 - 23 - 33 - 36 - 44 - 36 42 - 44 - 49 - 42 - 41 - 46 - 44 - 38 - 43 - 44	40,05			

III. CIMENT + $\frac{1}{3}$ trass moulu		ULTRA-SONS			211
Conservation	NUMERO	POIDS	TEMPS	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Eprouvette	éprouvette kilogrammes	$\mu$ seconde	Individuelle	Moyenne
A. MER	1		pas de mesure possible en raison de la		
	2		forme des cubes dégradés.		
	3				
B. EAU SULFATÉE	1	10,050	34,0 35,0 - 34,5	4640	4623
	2	10,000	33,0 33,7 - 33,35	4530	
	3	10,000	34,1 34,0 - 34,05	4700	
C. EAU POTABLE	1	9,825	34,8 34,2 - 34,5	4640	4687
	2	9,750	33,7 34,5 - 34,1	4690	
	3	9,825	33,5 34,2 - 33,85	4730	

Conser- vation	NUMERO Eprouvette	SCLEROMETRE DE SCHMIDT			
		Individuel			Moyenne
A. MER	1	pas de mesure possible en raison de la forme des			
	2	cubes dégradés.			
	3				
B. EAU SULFATÉE	1	48 - 47 - 45 - 55 - 50 - 50 - 53 - 51 - 51 - 45 48 - 46 - 44 - 46 - 46 - 46 - 46 - 41 - 46 - 44	47,4	47,15	
	2	49 - 46 - 46 - 49 - 45 - 48 - 50 - 50 - 47 - 49 46 - 49 - 49 - 50 - 47 - 49 - 50 - 49 - 49 - 51	48,4		
	3	44 - 43 - 42 - 48 - 42 - 45 - 44 - 42 - 46 - 46 50 - 46 - 48 - 45 - 51 - 42 - 48 - 49 - 42 - 50	45,65		
C. EAU POTABLE	1	42 - 44 - 38 - 26 - 33 - 40 - 38 - 30 - 32 - 34 37 - 40 - 40 - 36 - 42 - 40 - 34 - 40 - 44 - 40	57,5	40,05	
	2	40 - 42 - 33 - 42 - 45 - 48 - 38 - 46 - 44 - 41 39 - 48 - 43 - 31 - 40 - 44 - 39 - 38 - 39 - 40	41,0		
	3	42 - 45 - 39 - 41 - 41 - 41 - 38 - 41 - 42 - 43 44 - 45 - 43 - 42 - 40 - 40 - 38 - 38 - 45 - 45	41,65		

IV. CIMENT MFHR		ULTRA-SONS			212
Conservation	NUMERO	POIDS épreuve kilogrammes	TEMPS	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Epreuve		$\mu$ seconde	Individuelle	Moyenne
A. MER	1	9,400	34,0 34,0 - 34,0	4710	4745
	2	9,900	33,2 34,0 - 33,6	4825	
	3	9,675	34,1 34,0 - 34,05	4700	
B. EAU SULFATEE	1	9,950	33,3 33,3 - 33,3	4810	4800
	2	9,950	33,4 33,2 - 33,3	4810	
	3	10,000	33,2 33,7 - 33,45	4780	
C. EAU POTABLE	1	9,975	32,8 32,3 - 32,55	4920	4890
	2	9,875	32,0 33,2 - 32,6	4910	
	3	9,850	33,0 33,2 - 33,1	4840	

Conser- vation	NUMERO Epreuve	SCLEROMETRE DE SCHMIDT				
		Individuel				Moyenne
A. MER	1	45 - 45 - 42 - 48 - 45 - 40 - 47 - 46 - 53 - 50 41 - 39 - 39 - 34 - 43 - 34 - 36 - 37 - 38 - 36	41,9			42,05
	2	38 - 39 - 44 - 46 - 39 - 40 - 37 - 44 - 44 - 38 49 - 44 - 44 - 40 - 36 - 36 - 38 - 36 - 42 - 38	40,6			
	3	39 - 46 - 49 - 46 - 52 - 49 - 45 - 48 - 48 - 46 40 - 44 - 38 - 28 - 43 - 42 - 44 - 48 - 40 - 36	43,65			
B. EAU SULFATEE	1	42 - 50 - 49 - 46 - 49 - 42 - 49 - 48 - 41 - 41 44 - 40 - 38 - 42 - 39 - 42 - 39 - 39 - 42 - 41	43,15			46,1
	2	47 - 50 - 50 - 50 - 54 - 45 - 56 - 52 - 53 - 53 49 - 46 - 52 - 50 - 46 - 47 - 48 - 54 - 57 - 53	50,6			
	3	43 - 49 - 43 - 47 - 46 - 42 - 45 - 40 - 43 - 46 44 - 46 - 49 - 42 - 48 - 43 - 47 - 42 - 43 - 44	44,6			
C. EAU POTABLE	1	30 - 48 - 40 - 47 - 46 - 45 - 38 - 46 - 50 - 49 42 - 48 - 49 - 41 - 48 - 50 - 48 - 46 - 46 - 41	44,9			44,52
	2	24 - 43 - 40 - 40 - 43 - 47 - 39 - 28 - 49 - 46 46 - 51 - 45 - 44 - 50 - 50 - 48 - 46 - 52 - 48	43,95			
	3	48 - 48 - 44 - 49 - 45 - 46 - 38 - 43 - 49 - 38 46 - 50 - 48 - 48 - 46 - 45 - 42 - 40 - 44 - 47	44,7			

V. CIMENT H F N		ULTRA-SONS			213	
Conservation	NUMERO	POIDS	TEMPS		VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Epreuve	épreuve kilogrammes	μ seconde		Individuelle	Moyenne
A. MER	1	9,925	33,6 33,5	- 33,55	4770	4747
	2	9,920	33,7 32,9	- 33,3	4810	
	3	9,825	34,5 34,2	- 34,35	4660	
B. EAU SULFATEE	1	10,000	34,0 33,7	- 33,85	4725	4745
	2	9,950	33,8 33,3	- 33,55	4770	
	3	10,050	33,9 33,6	- 33,75	4710	
C. EAU POTABLE	1	9,950	33,0 32,9	- 32,95	4860	4828
	2	9,900	32,5 32,5	- 32,5	4825	
	3	9,950	32,9 32,7	- 32,8	4880	

Conser- vation	NUMERO Epreuve	SCLEROMETRE DE SCHMIDT				
		Individuel				Moyenne
A. MER	1	42 - 48 - 50 - 40 - 49 - 40 - 45 - 36 - 41 - 40 50 - 49 - 44 - 47 - 48 - 50 - 45 - 42 - 47 - 40	44,4			44,7
	2	40 - 47 - 49 - 44 - 45 - 36 - 46 - 48 - 46 - 51 47 - 42 - 43 - 46 - 40 - 45 - 48 - 42 - 54 - 48	45,35			
	3	48 - 48 - 45 - 47 - 50 - 38 - 46 - 46 - 43 - 50 45 - 45 - 41 - 42 - 41 - 44 - 43 - 42 - 42 - 41	44,35			
B. EAU SULFATEE	1	44 - 47 - 43 - 47 - 50 - 43 - 52 - 48 - 48 - 48 47 - 49 - 42 - 49 - 44 - 46 - 41 - 43 - 47 - 44	46,1			45,9
	2	44 - 45 - 43 - 39 - 47 - 47 - 48 - 48 - 46 - 47 48 - 46 - 47 - 47 - 46 - 46 - 44 - 42 - 43 - 48	45,65			
	3	47 - 48 - 49 - 45 - 47 - 49 - 48 - 50 - 42 - 49 48 - 41 - 41 - 46 - 44 - 48 - 46 - 40 - 49 - 40	45,85			
C. EAU POTABLE	1	48 - 46 - 50 - 50 - 49 - 43 - 48 - 42 - 50 - 53 43 - 43 - 45 - 47 - 47 - 48 - 52 - 48 - 46 - 48	47,3			45,8
	2	40 - 44 - 42 - 45 - 45 - 40 - 44 - 47 - 45 - 48 46 - 33 - 50 - 46 - 48 - 47 - 52 - 49 - 42 - 50	45,15			
	3	44 - 35 - 48 - 46 - 48 - 44 - 48 - 47 - 46 - 48 39 - 42 - 43 - 44 - 48 - 48 - 48 - 47 - 48 - 50	45,05			

VI. CIMENT permétallurgique normal.		ULTRA-SONS			214
Conservation	NUMERO	POIDS épreuve kilogrammes	TEMPS	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Epreuve		$\mu$ seconde	Individuelle	Moyenne
A. MER	1	9,850	34,4 34,7 - 34,3	4670	4633
	2	9,950	34,3 35 - 34,65	4620	
	3	9,725	35 34,5 - 34,75	4610	
B. EAU SULFATÉE	1	9,900	34,2 34,5 - 34,35	4660	4673
	2	9,920	33,8 33,7 - 33,75	4740	
	3	9,970	34,7 34,7 - 34,7	4620	
C. EAU POTABLE	1	9,850	32,6 32,7 - 32,65	4900	4867
	2	9,850	32,5 33,5 - 33,0	4850	
	3	9,875	33,6 32,4 - 33,0	4850	

Conser- vation	NUMERO Epreuve	SCLEROMETRE DE SCHMIDT			
		Individuel			
A. MER	1	38 - 38 - 38 - 39 - 47 - 40 - 39 - 37 - 36 - 44 37 - 40 - 37 - 38 - 37 - 38 - 38 - 39 - 40 - 36	38,8	40,73	
	2	40 - 35 - 44 - 34 - 40 - 40 - 44 - 42 - 37 - 43 44 - 43 - 36 - 38 - 40 - 37 - 36 - 41 - 41 - 40	39,75		
	3	46 - 50 - 48 - 47 - 44 - 48 - 48 - 48 - 48 - 48 43 - 42 - 34 - 40 - 36 - 42 - 40 - 40 - 43 - 38	43,65		
B. EAU SULFATÉE	1	42 - 45 - 45 - 44 - 47 - 46 - 48 - 40 - 46 - 44 38 - 40 - 39 - 48 - 45 - 48 - 48 - 42 - 38 - 46	43,95	45,2	
	2	42 - 40 - 46 - 47 - 47 - 43 - 45 - 43 - 46 - 50 46 - 45 - 40 - 46 - 47 - 47 - 48 - 47 - 46 - 46	45,35		
	3	44 - 48 - 50 - 49 - 46 - 49 - 50 - 42 - 47 - 46 47 - 43 - 43 - 45 - 45 - 46 - 41 - 48 - 47 - 48	46,2		
C. EAU POTABLE	1	42 - 48 - 48 - 47 - 41 - 41 - 44 - 44 - 42 - 46 40 - 50 - 50 - 51 - 46 - 48 - 50 - 42 - 43 - 44	45,6	44,7	
	2	42 - 50 - 47 - 48 - 49 - 46 - 50 - 46 - 49 - 46 45 - 42 - 43 - 49 - 44 - 46 - 48 - 49 - 47 - 47	46,65		
	3	40 - 43 - 40 - 48 - 44 - 43 - 44 - 46 - 41 - 40 42 - 37 - 40 - 43 - 41 - 46 - 45 - 40 - 39 - 37	41,95		

VII. CIMENT Sursulfaté.		ULTRA-SONS				215
Conservation	NUMERO	POIDS épreuve kilogrammes	TEMPS		VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Epreuve		μ seconde		Individuelle	Moyenne
A. MER	1	9,700	34,9 35,-	- 34,95	4580	4623
	2	9,700	33,4 34,9	- 34,15	4690	
	3	9,700	34,4 35,2	- 34,8	4600	
B. EAU SULFATÉE	1	9,900	33,5 33,8	- 33,65	4760	4793
	2	9,800	33,4 32,6	- 33,0	4850	
	3	9,850	33,7 33,4	- 33,55	4770	
C. EAU POTABLE	1	9,875	32,1 33,0	- 32,55	4920	4963
	2	9,900	32,4 32,2	- 32,3	4950	
	3	9,825	31,7 32,0	- 31,85	5020	

Conser- vation	NUMERO Epreuve	SCLEROMETRE DE SCHMIDT				Moyenne
		Individuel				
A. MER	1	38 - 45 - 43 - 40 - 44 - 36 - 42 - 40 - 42 - 43				40,4
		38 - 39 - 40 - 42 - 42 - 42 - 40 - 38 - 36 - 38				
	2	46 - 54 - 50 - 37 - 50 - 42 - 41 - 38 - 43 - 39				42,1
46 - 43 - 34 - 40 - 42 - 40 - 44 - 37 - 35 - 41						
3	43 - 52 - 42 - 50 - 46 - 48 - 52 - 40 - 50 - 46				42,95	
	40 - 34 - 40 - 42 - 38 - 41 - 33 - 41 - 40 - 41					
B. EAU SULFATÉE	1	46 - 45 - 42 - 44 - 40 - 50 - 53 - 45 - 44 - 46				47,7
		51 - 48 - 45 - 54 - 50 - 50 - 49 - 50 - 52 - 50				
	2	47 - 48 - 46 - 48 - 48 - 46 - 50 - 39 - 47 - 48				47,5
50 - 50 - 44 - 46 - 48 - 48 - 50 - 48 - 49 - 48						
3	50 - 42 - 41 - 54 - 50 - 49 - 53 - 53 - 47 - 52				49,25	
	45 - 52 - 47 - 53 - 48 - 49 - 50 - 50 - 50 - 50					
C. EAU POTABLE	1	48 - 53 - 52 - 48 - 53 - 47 - 53 - 49 - 52 - 54				49,85
		51 - 48 - 47 - 48 - 51 - 46 - 54 - 48 - 43 - 52				
	2	42 - 45 - 45 - 45 - 46 - 49 - 45 - 42 - 45 - 48				46,7
48 - 49 - 49 - 46 - 46 - 45 - 51 - 48 - 50 - 50						
3	46 - 54 - 52 - 54 - 54 - 47 - 53 - 53 - 51 - 52				52,05	
	51 - 54 - 49 - 52 - 55 - 50 - 53 - 52 - 53 - 52					

VIII. CIMENT Alumineux fondu.		ULTRA-SONS			216	
Conservation	NUMERO	POIDS épreuve kilogrammes	TEMPS		VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Epreuve		$\mu$ seconde		Individuelle	Moyenne
A. MER	1	10,075	35,3 35,8	- 35,55	4500	4487
	2	10,100	35,9 35,5	- 35,7	4480	
	3	10,100	36 35,4	- 35,7	4480	
B. EAU SULFATEE	1	10,170	37,5 37,8	- 37,65	4250	4293
	2	10,100	36,6 36,9	- 36,75	4350	
	3	10,150	37,7 37,0	- 37,35	4280	
C. EAU POTABLE	1	10,050	35,8 36,8	- 36,3	4410	4293
	2	10,150	37,6 37,6	- 37,6	4260	
	3	10,175	37,7 38,4	- 38,05	4210	

Conser. vation	NUMERO Epreuve	SCLEROMETRE DE SCHMIDT				
		Individuel				Moyenne
A. MER	1	55 - 56 - 53 - 57 - 56 - 54 - 56 - 46 - 53 - 54 52 - 60 - 52 - 51 - 56 - 55 - 58 - 55 - 54 - 55	54,4			56,2
	2	57 - 58 - 52 - 59 - 60 - 57 - 57 - 56 - 58 - 58 53 - 52 - 55 - 58 - 60 - 60 - 60 - 56 - 58 - 60	57,2			
	3	46 - 57 - 55 - 54 - 57 - 56 - 60 - 56 - 56 - 55 56 - 60 - 56 - 60 - 57 - 57 - 62 - 56 - 61 - 61	56,9			
B. EAU SULFATEE	1	46 - 38 - 40 - 40 - 39 - 48 - 44 - 42 - 38 - 33 38 - 33 - 40 - 42 - 35 - 38 - 40 - 40 - 34 - 36	39,3			38,85
	2	38 - 41 - 41 - 37 - 44 - 39 - 40 - 35 - 41 - 45 36 - 44 - 42 - 44 - 34 - 36 - 39 - 33 - 39 - 35	39,15			
	3	39 - 42 - 34 - 42 - 40 - 37 - 40 - 34 - 35 - 33 34 - 34 - 42 - 38 - 40 - 39 - 45 - 34 - 37 - 42	38,1			
C. EAU POTABLE	1	30 - 20 - 26 - 18 - 24 - 26 - 24 - 26 - 23 - 22 20 - 28 - 27 - 27 - 29 - 28 - 30 - 30 - 34 - 30	26,1			28,3
	2	31 - 28 - 28 - 36 - 34 - 35 - 38 - 33 - 27 - 29 23 - 23 - 30 - 30 - 29 - 33 - 30 - 22 - 22 - 27	29,4			
	3	28 - 29 - 28 - 34 - 32 - 32 - 35 - 26 - 28 - 27 24 - 30 - 29 - 27 - 30 - 34 - 32 - 25 - 25 - 32	29,35			

IX. CIMENT Marin.		ULTRA-SONS			217
Conservation	NUMERO	POIDS	TEMPS	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Eprouvette	éprouvette kilogrammes	$\mu$ seconde	Individuelle	Moyenne
A. MER	1	9,775	33,4 34,2 - 33,8	4730	4740
	2	9,800	34 34 - 34	4710	
	3	9,825	33,3 33,7 - 33,5	4780	
B. EAU SULFATEE	1	10,000	33,4 33 - 33,2	4820	4793
	2	9,950	33,1 33,8 - 33,45	4780	
	3	10,050	33 33,9 - 33,45	4780	
C. EAU POTABLE	1	9,650	33,7 33,5 - 33,1	4830	4773
	2	9,875	33,7 34,8 - 33,25	4810	
	3	9,725	34,2 34,2 - 34,2	4680	

Conser- vation	NUMERO Eprouvette	SCLEROMETRE DE SCHMIDT				Moyenne
		Individuel				
A. MER	1	42 - 40 - 46 - 42 - 38 - 36 - 40 - 51 - 48 - 43 40 - 43 - 39 - 46 - 34 - 42 - 48 - 38 - 45 - 45	42,3	43,7		
	2	50 - 50 - 50 - 50 - 48 - 44 - 49 - 48 - 48 - 50 43 - 46 - 40 - 48 - 46 - 40 - 40 - 50 - 44 - 47	46,55			
	3	46 - 41 - 44 - 40 - 42 - 39 - 44 - 39 - 47 - 46 39 - 44 - 43 - 42 - 41 - 41 - 34 - 36 - 49 - 44	42,55			
B. EAU SULFATEE	1	45 - 45 - 42 - 45 - 38 - 41 - 45 - 48 - 42 - 48 39 - 46 - 45 - 44 - 42 - 44 - 47 - 44 - 46 - 45	44,05	44,0		
	2	45 - 47 - 40 - 40 - 46 - 42 - 48 - 47 - 42 - 48 44 - 42 - 43 - 45 - 46 - 39 - 45 - 43 - 42 - 42	44,3			
	3	43 - 44 - 41 - 44 - 39 - 44 - 44 - 43 - 41 - 40 40 - 45 - 47 - 47 - 43 - 48 - 40 - 46 - 49 - 46	43,7			
C. EAU POTABLE	1	48 - 42 - 42 - 43 - 40 - 38 - 38 - 38 - 48 - 41 40 - 47 - 41 - 41 - 42 - 42 - 45 - 41 - 39 - 37	41,65	39,7		
	2	32 - 30 - 34 - 35 - 36 - 40 - 38 - 36 - 36 - 38 33 - 40 - 47 - 50 - 46 - 49 - 52 - 42 - 43 - 44	40,05			
	3	32 - 46 - 46 - 31 - 38 - 33 - 34 - 42 - 40 - 46 38 - 36 - 33 - 40 - 38 - 38 - 34 - 30 - 42 - 30	37,35			

X. CIMENT Béton de PAN (II) 25% sable des dunes.		ULTRA-SONS			218
Conservation	NUMERO	POIDS	TEMPS	VITESSE $V_L$ EN m/sec.	
	Eprouvette	éprouvette kilogrammes	$\mu$ seconde	Individuelle	Moyenne
A. MER	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
B. EAU SULFATÉE	1	Cubes déjà détruits après 20 ans.			
	2				
	3				
C. EAU POTABLE	1	9,900	32,2 32,8 - 32,5	4920	4917
	2	9,925	32,4 32,4 - 32,4	4940	
	3	9,900	32,5 32,9 - 32,7	4890	

Conser- vation	NUMERO Eprouvette	SCLEROMETRE DE SCHMIDT			
		Individuel			
A. MER	1				
	2				
	3				
B. EAU SULFATÉE	1	Cubes déjà détruits après 16 ans.			
	2				
	3				
C. EAU POTABLE	1	40 - 48 - 49 - 50 - 51 - 47 - 52 - 48 - 44 - 50 44 - 50 - 47 - 50 - 45 - 46 - 53 - 50 - 49 - 47	48		
	2	45 - 50 - 44 - 48 - 46 - 46 - 47 - 50 - 46 - 42 44 - 45 - 47 - 43 - 51 - 50 - 50 - 50 - 48 - 47	46,95	47,1	
	3	45 - 44 - 46 - 48 - 51 - 49 - 51 - 45 - 47 - 44 43 - 44 - 42 - 48 - 50 - 43 - 47 - 43 - 49 - 49	46,4		

§ 4. ESSAIS DESTRUCTIFS.

A. Eprouvettes en mortier plastique 4 x 4 x 16 cm.

1. Résistance à la flexion. Machine Galiléo

Distance entre appuis  $l = 10,7$  cm

Mise en charge à mi-portée.

Les tableaux de résultats ci-après donnent la tension de rupture de traction maximale calculée par la formule

$$\sigma = \frac{3}{2} \frac{Pl}{bh^2}$$

2. Résistance à la compression. Machine Amsler de 10 T.

Régime de 5 et 10 T.

Eprouvettes cylindriques de  $\phi$  et hauteur 1" prélevées par sondage dans les demi-éprouvettes après l'essai de flexion, ou dans les morceaux d'éprouvettes dégradées.

Rectification des faces de compression des éprouvettes.

B. Eprouvettes en béton - cubes de 16 cm.

Résistance à la compression. Machine Amsler 200 T.

Régime 100 T.

Eprouvettes cylindriques de  $\phi$  11,3 cm ( $\Omega = 100$  cm<sup>2</sup>) et de hauteur 10 cm prélevées par sondage et rectifiées sur les faces de compression.

Exception : pour les cubes provenant de la mer des ciments I et II, des éprouvettes cylindriques plus petites ont dû être prélevées en raison de la grosseur du cube dégradé restant.

$\phi$  8 cm ( $\Omega$  50 cm<sup>2</sup>)

hauteur : 7 cm

Les poids spécifiques apparents indiqués dans les tableaux ci-après sont ceux de l'éprouvette cylindrique prélevée dans les cubes (coeur du béton non dégradé).

.../...

9

I. Ciment P A D R.

A. Eprouvettes en mortier plastique. - Résistance en Kg/cm<sup>2</sup>.

a) Immersion dans la mer.

Mortier 11		Mortier 12		Mortier 13	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
		-	470 - 566	-	654 - 690
		-	590 -	-	638 -
disparu		-	304 -	-	704 -
		-	534 -	-	- -
Moyenne			492,8	671,5	

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

	trop gonflée	308 - 494	38	762 - 606	
disparu	-	320	84,5	872 - 860	
	16	406 - 224	45,5	794 - 668	
	14,5	408 - 216	73,5	732 - 760	
Moy.		15,25	339,4	60,4	756,7

c) Immersion dans l'eau potable.

37	276 - 250	64,5	520 - 594	73,5	752 - 794
38,25	380 - 290	62,75	660 - 564	79,25	924 - 970
38,5	230 - 326	61,0	512 - 458	75,75	722 - 786
38,25	244 - 288	66,5	696 - 636	74,75	780 - 894
Moy. 38,0	283	63,7	580	75,8	827,7

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en Kg/cm<sup>2</sup> (T.R.)

Poids spécifique apparent du béton en Kg/m<sup>3</sup> (P.S.A.)

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2350	912	2412	733	2398	845
2345	810	2404	820	2410	854
2350	835	2408	712	2415	866
Moy.	852,3		755		855

.../...

II. Ciment P A N.

A. Eprouvettes en mortier plastique. - Résistance en Kg/cm<sup>2</sup>.

a) Immersion dans la mer.

Mortier 21		Mortier 22		Mortier 23	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	328 -	-	622 -	-	762 -
-	334 -	-	594 - 570	-	590 -
-	-	-	454 - 484	-	690 -
-	-	-	464	-	740 -
Moy.	331		531,3		695,5

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

		29	520 - 604	103,75	960 - 950
	disparu	27,5	570 - 520	83,5	920 - 866
		53,5	580 - 560	73,5	936 - 640
		-	-	87,75	950 - 866
Moy.		36,7	559	87,12	886

c) Immersion dans l'eau potable.

43,25	246 - 300	64,5	674 - 716	87	938 - 964
43,75	294 - 352	58	614 - 730	91,25	950 - 1186
43,-	354 - 180 x	58,75	524 - 542	82,75	1035-1034
41,-	364 - 326	53,-	714 - 734	89,5	966 - 956
Moy. 42,75	318,3	58,56	656	87,62	1003,6

x éprouvette fendue - résultat non considéré pour le calcul de la moyenne.

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en Kg/cm<sup>2</sup> (T.R.)  
 Poids spécifique apparent du béton en Kg/m<sup>3</sup> (P.S.A.).

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2345	877	2362	598	2408	930
2350	830	2368	585	2407	915
2335	782	2372	544	2413	950
Moy.	829,7		575,7		931,7

.../...

8

III. 2/3 Ciment P A N + 1/3 Trass.

A. Eprouvettes en mortier plastique. - Résistance en Kg/cm<sup>2</sup>.

a) Immersion dans la mer.

Mortier 31		Mortier 32		Mortier 33	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	260	-	580 - 516	-	640 -
-	308	-	542 - 480	-	590 -
-	274	-	334 x	-	590 -
-	-	-	252 x	-	540 -
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
Moy.	280,7		529,5		590 -

x les 2 éprouvettes sont fendues et ébréchées, les 2 résultats n'ont pas été comptés pour le calcul de la moyenne.

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

-	-	61	296 - 320	109,25 -	700 - 610
42,25	234 - 220	63,25	420 - 440	113	744 - 770
42,75	226 - 222	69,75	400 - 366	105,5	690 - 646
33,5	154 - 232	54	360 - 370	98,75	590 - 680
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
Moy. 39,5	214,7	62	371,5	106,62	678,75

c) Immersion dans l'eau potable.

50	270 - 250	62,5	306 - 358	70	590 - 530
51	244 - 244	63,25	380 - 384	74,75	636 - 620
48	270 - 234	61	446 - 436	75,25	756 - 670
54,5	296 - 280	64	424 - 430	73,5	670 - 644
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
Moy. 50,87	268	62,69	395,5	73,37	639,5

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en Kg/cm<sup>2</sup> (T.R).

Poids spécifique apparent du béton en Kg/m<sup>3</sup> (P.S.A.)

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2352	572	2400	745	2368	634
2350	560	2395	790	2363	620
2348	562	2398	765	2367	613

Moy. 564,7 766,7 622,3

IV. Ciment H F H R.

A. Eprouvtes en mortier plastique. - Résistance en Kg/cm<sup>2</sup>

a) Immersion dans la mer.

Mortier 41		Mortier 42		Mortier 43	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	290	-	486	-	536
-	230	-	508	-	738
-	330	-	582	-	672
-	280	-	570	-	-
Moy.		282,5		536,5	
				648,7	

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

	91	526 - 416	86,5	770 - 640	
	96	494 - 462	88,25	710 - 694	
disparu	-	508 - 504	117,-	820 - 730	
	-	-	100,25	824 - 900	
Moy.		93,5	485	96	761

c) Immersion dans l'eau potable.

38,5	184 - 230	62,5	476 - 652	79,5	950 - 916	
46,25	268 - 284	66,5	560 - 468	79,75	824 - 900	
46,25	282 - 294	65,5	620 - 538	76,25	976 - 956	
38,5	252 - 304	59,25	600 - 600	85,-	962 - 994	
Moy. 42,37		262,25	63,44	564,25	80,12	934,75

B. Eprouvtes en béton.

Résistance à la compression en Kg/cm<sup>2</sup> (T.R.)

Poids spécifique apparent du béton en Kg/m<sup>3</sup> (P.S.A.)

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2413	680	2392	875	2410	830
2416	688	2400	905	2426	885
2416	684	2405	918	2409	840
Moy.		684	899,3	851,7	

.../...

8

V. Ciment H F N.

A. Eprouvettes en mortier plastique. - Résistance en Kg/cm<sup>2</sup>

a) Immersion dans la mer.

Mortier 51		Mortier 52		Mortier 53	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	430 -	78,5	688 - 646	89	800 - 700
-	364 -	78	686 - 568	84,25	826 - 834
-	356 -	86	652 - 674	89,5	834 - 696
-	-	87	674 - 694	87,5	880 - 842
Moy.	383,3	82,37	660,2	87,56	801,5

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

65,25	200 - 290	84	504 - 550	70	786 - 650	
41,75	240 - 296	63,75	510 - 530	76	630 - 660	
59,-	336 - 314	100	756 - 580	119,5	708 - 836	
-	322 -	89,25	490 - 520	78,-	720 - 652	
Moy.	55,33	285,4	84,25	555	85,87	705,25

c) Immersion dans l'eau potable.

55,75	202 - 211	86,5	546 - 470	95,75	780 - 722	
55,-	218 - 245	88,75	638 - 686	90,-	740 - 594	
56,-	206 - 226	85,-	646 - 670	88,25	776 - 858	
54,-	267 - 252	76	488 - 440	77,5	640 - 676	
Moy.	55,19	228,4	84,06	585,5	87,87	723,2

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en Kg/cm<sup>2</sup> (T.R.)

Poids spécifique apparent du béton en Kg/m<sup>3</sup> (P.S.A.).

a) eau de mer		b) eau sulfatée		c) eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2435	740	2425	764	2424	726
2430	738	2425	703	2410	775
2418	694	2420	675	2402	763
Moy.	724		714		754,7

.../...

8

VI. Ciment permétallurgique normal.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

Mortier 61			Mortier 62		Mortier 63	
Flexion	Compression		Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	420	-	78,5	640 - 688	88,5	842 - 900
-	428	-	80,75	640 - 688	90	840 - 870
-	444	-	84,5	612 - 642	89,5	912 - 902
-	384	-	84,5	680 - 714	88	834 - 822
Moy.	419		82,06	663	89	865,2

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

76,5	244 - 250	90	444 - 470	96	590 - 500
63,25	250 - 224	87,5	470 - 536	90,25	646 - 710
53,25	310 - 300	89	494 - 600	86,25	752 - 764
66,-	284 - 256	111	550 - 580	113,5	744 - 740
Moy. 64,75	264,75	94,4	518	96,-	680,75

c) Immersion dans l'eau potable.

53,5	192 - 300	74,25	548 - 524	79,5	830 - 548
53,25	223 - 186	79,25	582 - 632	83,5	812 - 834
22 x	255 - 291	59,5	456 - 530	87,5	664 - 588
55,5	300 - 312	62,5	542 - 474	79,75	604 - cassée.
Moy. 54,08	257,2	68,87	536	82,54	697,1

x éprouvette tombée accidentellement pendant les manipulations et sans doute fissurée à ce moment avant essai. Ce résultat n'est pas pris en considération pour le calcul de la moyenne.

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en Kg/cm<sup>2</sup> (T.R.)  
Poids spécifique apparent du béton en Kg/m<sup>3</sup> (P.S.A.)

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2400	608	2385	643	2363	643
2394	610	2390	680	2393	642
2401	610	2380	653	2358	653
Moy.	609,3		658,7		646

.../...

VII. Ciment Sealithor.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

Mortier 71		Mortier 72		Mortier 73	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	332 - 370	76	734 - 708	84,75	880 - 868
-	400	81,5	684 - 640	95,75	842 - 846
-	374 - 374	78,25	668 - 646	98,-	884 - 884
-	426	84,25	668 - 688	94,75	888 - 940
Moy.	379,3	80,-	679,5	95,81	879

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

48,75	564 - 520	112,75	740 - 770	115	980 - 1050
68,-	486 - 366	87,25	828 - 884	120,25	974 - 926
69,25	412 - 510	95,75	770 - 796	127,50	920 - 930
49,25	564 - 580	103,50	846 - 914	118,5	1004-1010
Moy. 58,81	500,25	99,81	818,5	120,31	976,75

c) Immersion dans l'eau potable.

70,5	796 - 566	90,5	790 - 840	91,75	904 - 980
69,25	434 - 574	97,75	746 - 880	98,25	990 - 1076
75,5	570 - 480	83,-	804 - 830	94,75	1120 - 1020
55,75	610 - 520	89,5	764 - 750	83,-	1020 - 1074
Moy. 67,75	581,2	90,19	800,5	91,94	1023

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en  $Kg/cm^2$  (T.R.)  
 Poids spécifique apparent en  $Kg/m^3$  (P.S.A.)

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2387	790	2400	853	2373	880
2400	878	2395	892	2404	970
2380	836	2407	865	2402	958
Moy.	834,7		870		936

.../...

VIII. Ciment alumineux fondu.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

Mortier 81		Mortier 82		Mortier 83	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	390 -	70,75	590 - 680	95,75	848 - 790
-	446 - 376	79,5	676 - 644	95,75	770 - 926
-	352 -	76,75	682 - 630	86,25	812 - 792
-	380 -	77,5	632 - 666	87,-	868 - 874
Moy.	388,5	76,12	650	91,19	835

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

47,25	112 - 152	63	120 - 152	75,75	220 - 190
46,75	140 - 100	50,75	cassée136	77,75	cassée240
38,-	cassée-60	59,75	cassée136	75,5	cassée224
36,25	80 - 48	56,-	116 - 128	67,-	210 - 170
Moy. 42,06	98,8	57,87	131,3	74	209

c) Immersion dans l'eau potable.

29,5	72,8 - 50	38,75	240 - 130	56,75	295 - 250
31,5	60,- - 69,9	44,5	124 - 140	51,5	279 - 262
29,-	142,5 - 158,5	45,75	112 - 94	56,75	282 - 300
28,75	170,- - 157	43,25	180 - 170	61,-	269 - 267
Moy. 29,69	108,97	43,06	149	54,5	275,5

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en Kg/cm<sup>2</sup> (T.R.)

Poids spécifique apparent du béton en Kg/m<sup>3</sup> (P.S.A.)

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2428	532	2336	300	2371	340
2411	455	2365	318	2348	273
2412	510	2365	312	2354	278
Moy.	499		310		297

.../...

8

IX. Ciment marin.

A. Eprouvettes en mortier plastique.

a) Immersion dans la mer.

Mortier 91		Mortier 92		Mortier 93	
Flexion	Compression	Flexion	Compression	Flexion	Compression
-	360	61,25	374 - 534	87	706 - 660
-	292	69,-	596 - 646	92,75	760 - 744
-	326	54,25	610 - 570	83	592 - 680
-	348	60,5	652 - 586	78,25	674 - 608
Moy.	331,5	61,25	571	85,25	678

b) Immersion dans l'eau sulfatée.

70,5	290 - 304	74,75	554 - 464	119	746 - 762
72,25	340 - 280	90,75	470 - 476	109,25	796 - 668
74,-	288 - 336	88,-	584 - 574	113	798 - 844
64,75	326 - 288	81,5	560 - 630	100,5	764 - 768
Moy. 70,37	306,5	83,75	539	110,44	762,25

c) Immersion dans l'eau potable.

59,5	261 - 327	78,75	547 - 514	87,5	665 - 598
48,-	283 - 289	78,-	606 - 637	86,5	498 - 512
65,5	351 - 352	82,-	605 - 646	89,75	739 - 684
63,5	369 - 340	68,5	531 - 596	79,5	746 - 679
Moy. 59,12	321,5	76,81	585,25	85,81	641,2

B. Eprouvettes en béton.

Résistance à la compression en  $Kg/cm^2$  (T.R.)  
 Poids spécifique apparent en  $Kg/m^3$  (P.S.A.)

a. eau de mer		b. eau sulfatée		c. eau potable	
P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.	P.S.A.	T.R.
2400	778	2420	720	2371	660
2415	784	2418	720	2368	752
2412	753	2423	705	2357	780
Moy.	771		715		730,7

.../...

8



B. Eprouvettes en béton.

n'existent pas avec le Trassément.

Béton n° 10 = Béton n° 2 (ciment P A N) mais dont 25% du sable du Rhin est remplacé par du sable des dunes.

- a. à l'eau de mer n'ont jamais existé.
- b. à l'eau sulfatée détruits après 16 ans.
- c. à l'eau potable.

<u>P.S.A. Kg/m<sup>3</sup></u>	<u>T.R. Kg/cm<sup>2</sup></u>
2420	730
2417	713
2419	755
<hr/>	
Moy.	732,7
<hr/>	

9

§ 5. EPROUVETTES EN BETON ARME.

A. Constatation des dégradations.

1. Ciment Portland artificiel à durcissement rapide PDR.

· photo n° 6464. vue des 4 éprouvettes conservées dans les 4 milieux différents cités ci-dessous, et dans l'ordre de droite à gauche.

- a) à l'eau de mer (mi-marée)
- b) en sable humide sulfaté (marque S)
- c) en sable humide (marque D pour eau douce)
- d) à l'air sec (marque A)

a) à l'eau de mer. forte dégradation du béton avec mise à nu, sur presque toute la hauteur du cylindre, de 3 barres situées respectivement à 1, 2 et 3 cm de la surface extérieure initiale. Fixation de nombreux coquillage sur le béton. (voir photo n° 6474).

b) c) d) aucune dégradation n'est constatée.

II. Ciment Portland artificiel normal (PAN).

photo n° 6465. disposition des 4 éprouvettes comme indiqué en I ci-dessus.

a) à l'eau de mer. forte dégradation du béton avec mise à nu sur une grande partie de la hauteur du cylindre de 3 barres situées respectivement à 1, 2 et 3 cm de la surface extérieure initiale. Fixation de nombreux coquillages sur le béton. (voir photo n° 6475).

b) c) d) aucune dégradation n'est constatée.

III. 2/3 Ciment Portland artificiel normal II et 1/3 de trass moulu.

photo n° 6466. disposition des 4 éprouvettes comme indiqué en I ci-dessus.

a) à l'eau de mer. Corrosion de la surface extérieure du béton avec enlèvement de la laitance et de mortier avec mise à nu des graviers. (voir photo n° 6476.) Les barres ne sont pas dénudées.

b) c) d) aucune dégradation n'a été observée.

.../...

8

IV. Ciment de haut-fourneau à haute résistance (H.F.H.R.)

photo n° 6467. disposition des 4 éprouvettes comme indiqué en I  
ci-dessus.

a) à l'eau de mer.

Corrosion superficielle, enlèvement de la laitance sans mise à  
nu des graviers.

b) c) d) pas de dégradation constatée.

V. Ciment de haut-fourneau normal (H.F.N.)

photo n° 6468. disposition des 4 éprouvettes comme indiqué en I  
ci-dessus.

a) à l'eau de mer.

corrosion superficielle, un peu de laitance enlevée sans mise à  
nu des graviers.

b) c) d) pas de dégradation constatée.

VI. Ciment permétallurgique normal (PMN).

photo n° 6469. disposition des 4 éprouvettes comme indiqué en I  
ci-dessus.

a) à l'eau de mer.

corrosion superficielle, un peu de laitance enlevée sans mise à  
nu des graviers sauf en deux endroits à l'arête circulaire de la  
base supérieure.

b) en sable humide sulfaté.

légère corrosion superficielle localisée.

c) d) pas de dégradation constatée.

VII. Ciment sursulfaté.

photo n° 6470. disposition des 4 éprouvettes comme indiqué en I  
ci-dessus.

a) à l'eau de mer.

corrosion très superficielle de la laitance sans mise à nu des  
graviers.

b) c) d) pas de dégradation constatée.

VIII. Ciment alumineux fondu.

photo n° 6471. disposition des 4 éprouvettes comme indiqué en I ci-dessus.

a) b) c) d) pas de dégradation constatée.

IX. Ciment marin. (permétallurgique spécial).

photo n° 6472. disposition des éprouvettes comme indiqué en I ci-dessus.

a) à l'eau de mer.

corrosion superficielle de la laitance et éclatement du béton au droit de la barre située initialement à 1 cm de la surface cylindrique extérieure. Mise à nu de cette barre sur presque toute la hauteur du cylindre. (voir photo n° 6477.)

b) en sable humide sulfaté.

corrosion locale à l'arête circulaire de la base supérieure.

c) d) pas de dégradation constatée.

X. Trasszement 50/50.

Il n'a pas été confectionné de béton au moyen de ce ciment X. mais le béton numéroté X a été confectionné à l'aide de ciment portland artificiel normal II, dans la composition duquel béton 25% du sable du Rhin a été remplacé par du sable des dunes. (photo n° 6473).

a) à l'eau de mer.

pas d'éprouvettes immergées.

b) en sable humide sulfaté (S) pas de dégradation constatée.

c) en sable humide à l'eau douce (D) pas de dégradation constatée.

d) à l'air sec (A) pas de dégradation constatée.

Observation.

La caisse contenant les éprouvettes de béton armé, exposées à l'air marin et fixée à la partie supérieure de l'estacade du port d'Ostende a été retrouvée brisée et ne contenant plus que 2 éprouvettes. Leur identification

.../...



certaine n'a plus été possible.

Ces 2 éprouvettes ont été arbitrairement appelées  $\alpha$  et  $\beta$  pour la suite des auscultations.

Ces 2 éprouvettes ne présentent pas de dégradation visible extérieurement lors du prélèvement sur place.

-----

B. Essais non destructifs par ultra-son.

235

La méthode par ultra-son utilisée est identique à celle décrite au § 2 pour les barrettes de mortier.

CIMENT	CONSERVATION	POIDS DE L'ÉPROUVETTE Kg.	LONGUEUR cm	TEMPS μ sec	VITESSE DU SON m/sec
I	mer	9,100	29,32	66,7	4390
	eau sulfatée	14,100	29,34	63,8	4590
	eau douce	14,040	29,48	62,3	4740
	air sec	13,700	29,38	72,2	4070
II	mer	8,800	29,60	69,2	4280
	eau sulfatée	14,100	29,38	64,7	4540
	eau douce	13,980	29,40	64,7	4540
	air sec	13,400	29,46	72,1	4090
III.	mer	12,600	29,28	66,9	4380
	eau sulfatée	13,850	29,14	64,3	4530
	eau douce	13,870	29,48	64,7	4560
	air sec	13,750	29,42	74,0	3980
IV	mer	13,570	29,14	65,1	4475
	eau sulfatée	14,050	29,36	64,5	4550
	eau douce	14,100	29,46	64,1	4600
	air sec	13,750	29,12	67,7	4300
V.	mer	13,700	29,10	64,7	4500
	eau sulfatée	14,070	29,56	64,0	4620
	eau douce	14,130	29,54	63,2	4660
	air sec	13,450	29,55	68,7	4300

.../...

8

.../...

CIMENT	CONSERVATION	POIDS DE L'ÉPROUVETTE Kg	LONGUEUR cm	TEMPS μ sec	VITESSE DU SON m/sec
VI	mer	12,500	29,13	65,7	4430
	eau sulfatée	14,000	29,15	64,3	4530
	eau douce	14,100	29,46	62,6	4710
	air sec	13,550	28,90	71,5	4040
VII	mer	13,600	29,03	64,4	4510
	eau sulfatée	13,870	29,13	63,9	4560
	eau douce	13,850	29,46	63,4	4650
	air sec	13,620	29,43	69,0	4270
VIII	mer	14,170	29,54	66,3	4460
	eau sulfatée	14,150	29,68	68,8	4320
	eau douce	14,050	29,48	71,0	4150
	air sec	13,950	29,56	73,9	4000
IX	mer	13,400	29,05	66,5	4370
	eau sulfatée	13,950	29,23	64,8	4520
	eau douce	14,100	29,32	63,7	4600
	air sec	13,580	29,32	73,6	3980
X (II. Sable des dunes)	mer	inexistantes.			
	eau sulfatée	13,970	29,48	65,3	4520
	eau douce	13,750	29,48	65,8	4480
	air sec	13,400	29,58	76,2	3880
α β	air marin	13,650	28,92	67,3	4300
	" "	13,850	29,35	65,8	4460

C. Tronçonnage des éprouvettes et détermination de la profondeur de carbonatation du béton.

Les éprouvettes cylindriques armées de  $\varnothing$  15,2 cm sont tronçonnées à environ mi-longueur et une section fraîchement coupée est immédiatement attaquée par une solution alcoolique de phénolphthaléine. La zone centrale (non carbonatée) se colore rouge et la zone extérieure carbonatée éventuellement existante reste grise.

I. Ciment PDR.

- a) eau de mer - section complètement rouge ( $\varnothing$  restant  $\approx$  11,5 cm)
- b) eau sulfatée " " "
- c) eau douce - " " "
- d) air sec - " rouge  $\varnothing$  13,5 cm

- les 4 barres se trouvent dans la zone rouge
- la barre la plus proche de la surface extérieure est tangente à la zone rouge centrale.

II. Ciment PN.

- a) eau de mer - section complètement rouge ( $\varnothing$  restant  $\approx$  11 cm)  
(photo n° 6487).
- b) eau sulfatée - " " "
- c) eau douce - " " "
- d) air sec - section rouge  $\varnothing$  13 à 13,5 cm
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge
  - la barre la plus proche de la surface extérieure est tangente à la zone rouge centrale. (photo n° 6487).

III. 2/3 Ciment PN + 1/3 Trass.

- a) eau de mer - section rouge  $\varnothing$  13 (photo n° 6488)  
( $\varnothing$  restant 14 à 15,5 cm) les 4 barres sont dans la zone rouge.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce - section complètement rouge.
- d) air sec - section rouge  $\varnothing$  12 à 12,5 cm (photo n° 6480)
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge. .../...

8

- la barre la plus proche de la surface extérieure est partiellement dans la zone grise extérieure carbonatée.

IV. Ciment HFHR.

- a) eau de mer - section rouge  $\varnothing$  14 cm - ( $\varnothing$  restant  $\simeq$  14,8 cm)
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce - section complètement rouge.
- d) air sec - section rouge  $\varnothing$  13 cm
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge
  - la barre la plus proche de la surface extérieure est partiellement dans la zone grise extérieure carbonatée.

V. Ciment HFN.

- a) eau de mer - section rouge  $\varnothing$  14,5 cm (photo n° 6489).
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce - " " "
- d) air sec - section rouge  $\varnothing$  10 cm (photo n° 6489).
  - les barres situées initialement à 1 et 2 cm de la surface extérieure se trouvent dans la zone grise extérieure carbonatée.
  - les 2 autres barres sont situées dans la zone rouge centrale.

VI. Ciment permétallurgique normal.

- a) eau de mer - section rouge  $\varnothing$  14,5 cm.
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce - " " "
- d) air sec - section rouge  $\varnothing$  11,5 à 12 cm
  - La barre initialement située à 1 cm de la surface extérieure se trouve dans la zone grise. .../...

①

- la barre initialement située à 2 cm de la surface extérieure se trouve moitié dans la zone grise, moitié dans la zone rouge.
- les 2 autres barres se trouvent dans la zone rouge.

VII. Ciment Sealithor.

- a) eau de mer - section rouge  $\phi$  14,5 cm  
les 4 barres se trouvent dans la zone rouge.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce - section complètement rouge.
- d) air sec - section rouge  $\phi$  11 à 12,5 cm
  - la barre située initialement à 1 cm de la surface extérieure, se trouve dans la zone grise.
  - les 3 autres barres se trouvent dans la zone rouge.

VIII. Ciment alumineux.

- a) eau de mer - section rouge  $\phi$  14 cm  
les 4 barres se trouvent dans la zone rouge.  
la barre située initialement à 1 cm de la surface extérieure est tangente à la zone rouge.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce ~ " " "
- d) air sec - section rouge 9 cm
  - les barres situées initialement à 1 et 2 cm de la surface extérieure, se trouvent dans la zone grise carbonatée.
  - la barre située initialement à 3 cm de la surface extérieure, se trouve à cheval sur la délimitation entre les 2 zones.
  - la 4e barre se trouve dans la zone rouge.

.../...

IX. Ciment marin.

- a) eau de mer - section rouge  $\phi$  14 cm
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge
  - la barre située initialement à 1 cm de la surface extérieure est tangente à la zone rouge.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce - section complètement rouge.
- d) air sec - section rouge  $\phi$  13,5 à 14 cm
  - les 4 barres se trouvent dans la zone rouge
  - la barre la plus proche de la surface extérieure est tangente à la surface rouge.

X. Ciment II avec 1/3 de sable du Rhin remplacé par sable des dunes.

- a) eau de mer - pas d'éprouvette.
- b) eau sulfatée - section complètement rouge.
- c) eau douce - " " "
- d) air sec - section rouge  $\phi$  11,50 à 12 cm
  - la barre située initialement à 1 cm de la surface extérieure, se trouve dans la zone grise carbonatée.
  - les 3 autres barres se trouvent dans la zone rouge.
  - la barre située initialement à 2 cm de la surface extérieure est tangente à la zone rouge.

Eprouvettes à l'air marin.

$\alpha$  section rouge  $\phi$  150 mm

$\beta$  section rouge  $\phi$  135 mm

les 4 barres se trouvent dans la zone rouge

la barre située la plus proche de la surface extérieure est tangente à la zone rouge.

La photo n° 6490 montre cette barre avec fissuration du béton à partir de la barre.

Remarque. Après tronçonnage des cylindres  $\alpha$  et  $\beta$ , on a pu déduire d'après l'aspect et la coloration du béton fraîchement scié que le cylindre marqué  $\alpha$  est à base de ciment du type Portland et que le cylindre marqué  $\beta$  est à base de ciment contenant du laitier (aspect noirâtre du ciment).

D. Essais non destructif au scléromètre de Schmidt.

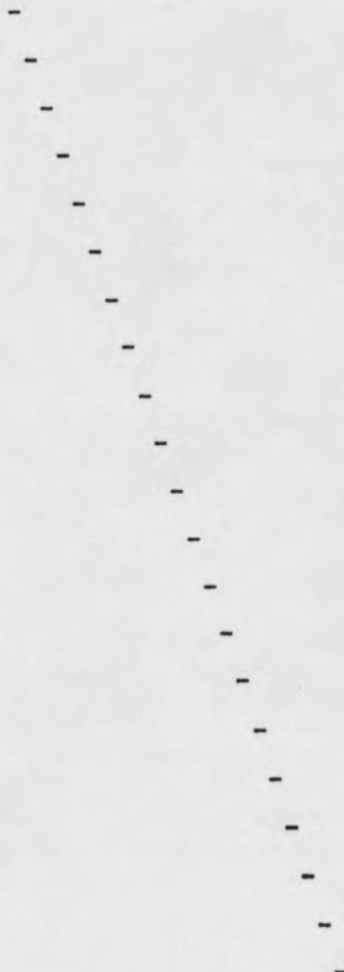
Une moitié de chaque cylindre scié est posée successivement dans les 2 positions suivantes :

1) posé couchée sur deux supports en forme de V et maintenue entre les plateaux d'une presse sous une charge de 2 T. La face sciée libre est auscultée à l'aide du scléromètre de Schmidt.

2) placé e debout entre les plateaux de la presse avec interposition de carton épais et maintenue sous une charge de 4 T.

La surface extérieure du cylindre est auscultée à l'aide du scléromètre de Schmidt en distribuant les points de mesure sur le pourtour de l'éprouvette.

-----



.../...

8

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	41 - 40 - 43 - 43 - 48 - 44 - 49 - 41 - 45 - 50	43,4
	2	30 - 20 - 19 - 14 - 20 - 29 - 28 - 24 - 18 - 20	22,2
eau sulfatée	1	51 - 52 - 60 - 52 - 69 - 49 - 54 - 56 - 52 - 61	55,6
	2	45 - 48 - 42 - 48 - 47 - 47 - 48 - 40 - 45 - 48	45,8
eau douce	1	50 - 63 - 50 - 49 - 62 - 52 - 59 - 46 - 51 - 51	53,3
	2	48 - 39 - 42 - 40 - 48 - 41 - 43 - 40 - 44 - 47	43,2
air sec	1	44 - 45 - 49 - 42 - 44 - 48 - 46 - 45 - 46 - 50	45,9
	2	53 - 46 - 47 - 54 - 50 - 50 - 48 - 52 - 52 - 54	50,6

Remarque. Les résultats de mesure en position 2 de la conservation à la mer sont douteux en raison de l'état de surface de cette éprouvette fortement dégradée.

## II. CIMENT P. A. N.

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	48 - 47 - 52 - 48 - 52 - 55 - 46 - 45 - 52 - 49	49,4
	2	18 - 20 - 24 - 26 - 25 - 19 - 32 - 19 - 28 - 18	22,9
eau sulfatée	1	61 - 47 - 54 - 57 - 59 - 52 - 52 - 40 - 47 - 50	51,9
	2	44 - 45 - 44 - 46 - 41 - 41 - 41 - 43 - 42 - 45	43,2
eau douce	1	40 - 48 - 43 - 49 - 57 - 44 - 48 - 44 - 41 - 62	47,6
	2	49 - 50 - 47 - 46 - 50 - 47 - 44 - 48 - 41 - 46	46,8
air sec	1	43 - 52 - 46 - 44 - 44 - 49 - 47 - 52 - 48 - 52	47,7
	2	49 - 51 - 54 - 52 - 44 - 48 - 53 - 52 - 52 - 53	50,8

Remarque. idem ciment I.

.../...

8

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	34 - 43 - 37 - 39 - 40 - 44 - 44 - 34 - 27 - 38	38,0
	2	46 - 28 - 24 - 34 - 37 - 22 - 34 - 32 - 34 - 18	30,9
eau sulfatée	1	39 - 41 - 42 - 50 - 42 - 38 - 45 - 43 - 55 - 56	45,1
	2	48 - 46 - 45 - 46 - 46 - 46 - 48 - 40 - 38 - 45	44,8
eau douce	1	38 - 42 - 42 - 50 - 38 - 45 - 51 - 50 - 41 - 51	44,8
	2	32 - 35 - 36 - 44 - 39 - 41 - 43 - 43 - 39 - 43	39,5
air sec	1	42 - 63 - 43 - 50 - 42 - 45 - 48 - 45 - 41 - 38	45,7
	2	52 - 49 - 49 - 51 - 45 - 52 - 47 - 56 - 54 - 52	50,7

Remarque. idem ciment I.

IV. CIMENT H.F.H.R.

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	42 - 50 - 44 - 49 - 50 - 42 - 46 - 50 - 47 - 47	46,7
	2	26 - 36 - 30 - 27 - 33 - 38 - 32 - 36 - 33 - 34	32,5
eau sulfatée	1	47 - 51 - 57 - 52 - 50 - 50 - 51 - 54 - 50 - 44	50,6
	2	49 - 46 - 46 - 43 - 40 - 46 - 46 - 47 - 45 - 46	45,4
eau douce	1	46 - 44 - 51 - 49 - 47 - 49 - 60 - 45 - 42 - 50	48,3
	2	47 - 47 - 43 - 42 - 40 - 39 - 44 - 44 - 43 - 38	42,7
air sec	1	44 - 46 - 45 - 58 - 43 - 48 - 44 - 48 - 57 - 48	48,1
	2	40 - 52 - 54 - 50 - 49 - 52 - 51 - 52 - 51 - 42	49,3

Remarque. idem ciment I mais avec un état de surface beaucoup moins dégradé.

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	44 - 55 - 45 - 47 - 43 - 45 - 42 - 44 - 50 - 46	46,1
	2	37 - 42 - 38 - 34 - 36 - 38 - 39 - 30 - 37 - 36	36,7
eau sulfatée	1	46 - 62 - 44 - 54 - 43 - 42 - 45 - 42 - 46 - 46	47,0
	2	41 - 38 - 46 - 42 - 40 - 45 - 36 - 42 - 44 - 49	42,3
eau douce	1	46 - 45 - 38 - 46 - 44 - 46 - 49 - 55 - 48 - 37	45,4
	2	38 - 42 - 45 - 40 - 41 - 41 - 37 - 48 - 43 - 44	41,9
air sec	1	46 - 40 - 40 - 42 - 40 - 46 - 50 - 42 - 50 - 40	43,6
	2	34 - 32 - 48 - 45 - 42 - 51 - 42 - 47 - 43 - 48	43,2

## VI. CIMENT permétallurgique normal.

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	40 - 41 - 42 - 39 - 47 - 47 - 42 - 41 - 42 - 42	42,3
	2	42 - 36 - 36 - 30 - 38 - 32 - 32 - 30 - 38 - 32	34,6
eau sulfatée	1	67 - 43 - 63 - 48 - 52 - 48 - 45 - 47 - 49 - 46	50,8
	2	45 - 43 - 45 - 43 - 37 - 44 - 42 - 43 - 44 - 46	43,2
eau douce	1	48 - 48 - 45 - 51 - 67 - 46 - 49 - 53 - 49 - 52	50,8
	2	39 - 34 - 42 - 49 - 49 - 50 - 52 - 44 - 42 - 48	44,9
air sec	1	42 - 43 - 53 - 46 - 49 - 43 - 48 - 54 - 44 - 50	47,2
	2	48 - 42 - 51 - 51 - 50 - 50 - 50 - 50 - 46 - 50	48,8

## VII. CIMENT sursulfaté.

245

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	50 - 48 - 46 - 50 - 58 - 49 - 48 - 48 - 53 - 54	50,4
	2	32 - 33 - 35 - 30 - 36 - 31 - 35 - 34 - 26 - 28	32,0
eau sulfatée	1	56 - 56 - 64 - 62 - 46 - 49 - 48 - 49 - 47 - 51	52,8
	2	44 - 46 - 46 - 45 - 39 - 47 - 47 - 48 - 42 - 46	45,0
eau douce	1	46 - 48 - 46 - 48 - 41 - 52 - 55 - 42 - 54 - 49	48,1
	2	46 - 46 - 44 - 44 - 46 - 47 - 42 - 39 - 44 - 47	44,3
air sec	1	55 - 41 - 46 - 47 - 45 - 48 - 46 - 46 - 45 - 48	46,7
	2	41 - 49 - 43 - 48 - 41 - 40 - 40 - 42 - 46 - 41	43,1

## VIII. CIMENT alumineux.

Conservation	position de mesure	Mesures individuelles	moyenne
eau de mer	1	41 - 48 - 46 - 42 - 49 - 51 - 63 - 46 - 49 - 54	48,9
	2	45 - 51 - 49 - 51 - 38 - 49 - 54 - 48 - 36 - 52	47,3
eau sulfatée	1	45 - 50 - 42 - 40 - 42 - 40 - 46 - 45 - 43 - 38	43,1
	2	41 - 42 - 42 - 43 - 44 - 45 - 43 - 47 - 44 - 44	43,5
eau douce	1	37 - 46 - 41 - 46 - 39 - 36 - 44 - 44 - 38 - 48	41,9
	2	38 - 42 - 44 - 46 - 39 - 49 - 38 - 41 - 42 - 43	42,2
air sec	1	45 - 39 - 43 - 43 - 42 - 38 - 50 - 40 - 40 - 44	42,4
	2	43 - 43 - 46 - 49 - 43 - 51 - 48 - 51 - 48 - 49	47,1

## IX. Ciment marin.

246

CONSERVATION	POSITION DE MESURE	MESURES INDIVIDUELLES	MOYENNE
eau de mer	1	50 - 42 - 40 - 58 - 44 - 46 - 51 - 48 - 44 - 42	46,5
	2	39 - 42 - 39 - 32 - 23 - 46 - 34 - 40 - 41 - 45	38,1
eau sulfatée	1	49 - 48 - 52 - 51 - 48 - 46 - 53 - 53 - 54 - 50	50,4
	2	46 - 41 - 45 - 44 - 42 - 47 - 48 - 46 - 38 - 45	44,2
eau douce	1	48 - 50 - 44 - 47 - 49 - 48 - 51 - 49 - 43 - 52	48,1
	2	47 - 44 - 43 - 44 - 45 - 47 - 44 - 41 - 42 - 40	43,7
air sec	1	48 - 62 - 46 - 48 - 50 - 45 - 52 - 44 - 56 - 52	50,3
	2	53 - 50 - 52 - 51 - 44 - 51 - 51 - 51 - 51 - 48	50,2

## X. Ciment II (PN) et 25% du sable du Rhin remplacé par du sable des dunes.

CONSERVATION	POSITION DE MESURE	MESURES INDIVIDUELLES	MOYENNE
eau de mer		éprouvettes inexistantes.	
eau sulfatée	1	46 - 64 - 47 - 47 - 46 - 51 - 50 - 52 - 48 - 56	50,7
	2	44 - 46 - 47 - 45 - 41 - 43 - 46 - 40 - 40 - 42	43,4
eau douce	1	60 - 56 - 45 - 36 - 50 - 40 - 51 - 50 - 54 - 47	48,9
	2	44 - 44 - 39 - 35 - 41 - 39 - 42 - 42 - 53 - 43	42,2
air sec	1	43 - 48 - 49 - 60 - 54 - 49 - 48 - 45 - 42 - 42	48,0
	2	46 - 42 - 36 - 44 - 41 - 45 - 42 - 46 - 43 - 45	43,0

Éprouvettes à l'air marin.

	POSITION DE MESURE	MESURES INDIVIDUELLES	MOYENNE
α	1	48 - 56 - 36 - 51 - 47 - 59 - 50 - 42 - 50 - 47	48,6
	2	47 - 39 - 43 - 38 - 41 - 42 - 46 - 33 - 39 - 42	41,0
β	1	37 - 32 - 37 - 42 - 38 - 50 - 40 - 42 - 41 - 45	40,4
	2	49 - 48 - 46 - 40 - 45 - 44 - 42 - 45 - 48 - 54	46,1

E. Volume des vides et absorption d'eau.

Dans chaque demi cylindre armé, une éprouvette cylindrique de  $\phi$  5 cm est sondée dans le sens axial du cylindre, entre les 4 armatures.

Chaque fraction (c.-à-d. éprouvette de  $\phi$  5 cm ou coeur du béton et cylindre armé restant ou béton extérieur) est soumise à une immersion dans l'eau à température ordinaire jusqu'à saturation suivie d'une dessiccation à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant.

A l'état saturé d'eau, chaque échantillon est pesé à l'air et sous eau; à l'état sec il est pesé à l'air.

De plus, pour les cylindres contenant les armatures, le volume et poids des barres a été déterminé par mesure des longueurs des 4 barres ( $\phi$  10 mm) et en prenant comme poids spécifique de l'acier 7,85 gr/cm<sup>3</sup>. Il a été ainsi possible de connaître le volume et poids du béton seul de chaque cylindre armé.

Le poids spécifique apparent du béton est donné pour le béton à l'état sec.

Le volume des vides est exprimé en % du volume du béton et l'absorption d'eau est exprimée en % du poids du béton.

Par convention dans les tableaux de résultats qui suivent, la 2e colonne (échantillon) donne d'une part l'indication "coeur" pour le béton à coeur c.-à-d. l'éprouvette de  $\phi$  5 cm sondée au milieu du cylindre armé et d'autre part l'indication "extérieur" pour le béton extérieur restant, contenant encore les 4 barres d'acier.

-----

.../...

8

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	587,70	343,32	-	-	244,38	-	-	555,92	2,275	13,0	5,72
	extérieur	4188,8	2505,7	1683,1	51,0	1632,1	3881,0	400	3481,0	2,134	18,88	8,85
B. EAU SULFATÉE	coeur	478,20	279,80	-	-	198,40	-	-	453,50	2,282	12,43	5,45
	extérieur	6038,7	3629,0	2409,7	50,5	2359,2	5769,0	396,5	5372,5	2,28	11,44	5,025
C. EAU DOUCE	coeur	584,23	341,17	-	-	243,05	-	-	549,95	2,26	14,10	6,24
	extérieur	6131,8	3686,1	2445,7	52,4	2393,3	5825,0	411	5414,0	2,262	11,20	4,95
D. AIR	coeur	513,00	299,11	-	-	213,89	-	-	484,04	2,262	13,55	5,98
	extérieur	6408,0	3865,0	2543,0	55,2	2487,8	6120,0	433	5687,0	2,282	11,57	5,06

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	487,57	285,72	-	-	201,85	-	-	461,10	2,282	12,62	5,53
	extérieur	4268,0	2544,9	1723,1	48,1	1675,0	3954,0	377,5	3576,5	2,134	18,75	8,78
B. EAU SULFATÉ	coeur	537,10	312,50	-	-	224,60	-	-	504,22	2,24	14,66	6,54
	extérieur	6455,0	3897,8	2557,2	50,5	2506,7	6178,0	396,5	5781,5	2,305	11,03	4,79
C. EAU DOUCE	coeur	605,55	352,08	-	-	253,47	-	-	571,85	2,256	13,32	5,90
	extérieur	6339,2	3792,0	2547,2	53,5	2493,7	6060,0	420	5640,0	2,262	11,20	4,95
D. AIR	coeur	482,64	278,87	-	-	203,77	-	-	454,53	2,23	13,80	6,18
	extérieur	6238,8	3746,4	2492,4	55,1	2437,3	5912,0	433	5479,0	2,245	13,4	5,97

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	668,81	390,04	-	-	278,77	-	-	627,72	2,25	14,73	6,55
	extérieur	5428,5	3257,3	2171,2	48,4	2122,8	5084,0	380	4704,0	2,215	16,22	7,32
B. EAU SULFATÉE	coeur	465,41	269,38	-	-	196,03	-	-	434,24	2,215	15,9	7,17
	extérieur	6010,5	3579,7	2430,8	51,0	2379,8	5672,0	400	5272,0	2,215	14,22	6,42
C. EAU DOUCE	coeur	529,25	306,85	-	-	222,47	-	-	493,55	2,22	16,04	7,24
	extérieur	6546,1	3906,8	2639,3	56,5	2588,8	6182,0	443	5739,0	2,22	14,10	6,35
D. AIR	coeur	561,94	328,57	-	-	233,37	-	-	531,97	2,28	12,85	5,63
	extérieur	6311,6	3814,8	2496,8	53,2	2443,6	6026,0	418	5608,0	2,295	11,7	5,1

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	505,20	295,30	-	-	209,90	-	-	476,98	2,27	13,43	5,92
	extérieur	6091,3	3653,7	2437,6	48,9	2388,7	5800,0	384	5416,0	2,265	12,18	5,37
B. EAU SULFATÉ	coeur	485,34	282,34	-	-	203,00	-	-	458,50	2,26	13,22	5,66
	extérieur	6370,7	3827,2	2543,5	51,1	2492,4	6100,0	402	5698,0	2,285	10,88	4,75
C. EAU DOUCE	coeur	618,45	363,35	-	-	255,10	-	-	587,33	2,302	12,20	5,30
	extérieur	6554,8	3943,5	2611,3	53,8	2557,5	6298,0	422	5876,0	2,30	10,05	4,37
D. AIR	coeur	532,77	310,99	-	-	221,78	-	-	503,00	2,27	13,42	5,92
	extérieur	6292,8	3793,3	2499,5	51,5	2448,0	6002,0	404	5598,0	2,285	11,88	5,2

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	553,20	324,60	-	-	228,6	-	-	524,95	2,295	12,35	5,38
	extérieur	6080,5	3642,0	2438,5	48,2	2390,3	5769,0	379	5390	2,255	13,02	5,78
B. EAU SULFATÉE	coeur	564,28	329,72	-	-	234,56	-	-	534,10	2,275	12,86	5,65
	extérieur	6506,8	3928,0	2578,8	52,5	2526,3	6259,0	412	5847,0	2,315	9,82	4,24
C. EAU DOUCE	coeur	649,95	381,47	-	-	268,48	-	-	614,12	2,284	13,33	5,83
	extérieur	6340,8	3840,5	2500,3	52,7	2447,6	6189,0	414	5715,0	2,335	8,64	3,705
D. AIR	coeur	555,88	322,46	-	-	233,42	-	-	519,17	2,22	15,70	7,07
	extérieur	6372,2	3830,8	2541,4	55,6	2485,8	6037	437	5600	2,25	13,48	5,98

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	545,95	316,53	-	-	229,42	-	-	513,83	2,24	14,0	6,25
	extérieur	5837,1	3474,0	2363,1	47,6	2315,5	5548,0	374	5174,0	2,235	12,48	5,58
B. EAU SUFFISANTE	coeur	553,26	323,23	-	-	230,03	-	-	524,68	2,28	12,42	5,45
	extérieur	6313,8	3821,4	2492,4	55,0	2437,4	6078,0	432	5646,0	2,32	9,67	4,17
C. EAU DOUCE	coeur	508,74	296,95	-	-	211,79	-	-	480,40	2,27	13,4	5,89
	extérieur	5927,3	3564,4	2362,9	51,4	2311,5	5642,0	403	5239,0	2,268	12,34	5,44
D. AIR	coeur	494,52	287,10	-	-	207,42	-	-	467,40	2,25	13,05	5,80
	extérieur	6204,2	3722,5	2481,7	50,6	2431,1	5928,0	397	5531,0	2,275	11,37	4,99

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poide
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	529,35	310,01	-	-	219,34	-	-	496,95	2,27	14,78	6,52
	extérieur	6035,8	3625,8	2410,0	47,6	2362,4	5696,0	374	5322,0	2,25	14,38	6,39
B. EAU SULFATÉE	coeur	574,20	334,00	-	-	240,20	-	-	539,12	2,245	14,62	6,51
	extérieur	6345,3	3823,4	2521,9	51,6	2470,3	6080,0	405	5675,0	2,30	10,73	4,67
C. EAU DOUCE	coeur	594,60	345,75	-	-	248,85	-	-	556,05	2,235	15,5	6,93
	extérieur	6484,2	3902,5	2581,7	52,8	2528,9	6187,0	414	5773,0	2,28	11,74	5,14
D. AIR	coeur	526,46	307,70	-	-	218,76	-	-	495,22	2,26	14,28	6,31
	extérieur	6392,8	3864,5	2528,3	52,9	2475,4	6122,0	415	5707,0	2,305	10,94	4,75

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	582,90	344,72	-	-	238,18	-	-	559,44	2,34	9,82	4,19
	extérieur	6155,2	3728,7	2426,5	48,5	2378,0	5898,0	381	5517,0	2,32	10,8	4,66
B. EAU SULFATÉE	coeur	423,11	248,89	-	-	174,22	-	-	404,85	2,322	10,48	4,51
	extérieur	6606,3	3976,0	2630,3	55,1	2575,2	6302,0	433	5869	2,28	11,82	5,18
C. EAU DOUCE	coeur	507,50	296,88	-	-	210,62	-	-	483,55	2,295	11,37	4,96
	extérieur	6505,7	3931,4	2574,3	52,6	2521,7	6219,0	413	5806,0	2,30	11,38	4,94
D. AIR	coeur	517,70	305,33	-	-	212,37	-	-	494,35	2,33	11,00	4,72
	extérieur	6376,9	3883,5	2493,4	51,5	2441,9	6114,0	404	5710,0	2,34	10,78	4,61

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poide
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	609,77	357,75	-	-	252,02	-	-	578,87	2,30	12,27	5,34
	extérieur	5870,0	3520,0	2350,0	48,0	2302,0	5568,0	377	5191,0	2,255	13,1	5,81
B. EAU SULFATÉ	coeur	573,85	334,96	-	-	238,89	-	-	544,83	2,28	12,15	5,32
	extérieur	6459,4	3912,2	2547,2	50,9	2496,3	6192,0	400	5792,0	2,32	10,70	4,62
C. EAU DOUCE	coeur	400,08	235,42	-	-	164,66	-	-	379,40	2,305	12,57	5,46
	extérieur	6503,3	3919,2	2584,1	53,8	2530,3	6237,0	422	5815,0	2,30	10,52	4,58
D. AIR	coeur	255,07	147,85	-	-	107,22	-	-	239,86	2,24	14,2	6,34
	extérieur	6570,0	3962,5	2607,5	50,0	2557,5	6278,0	392,5	5885,5	2,30	11,42	4,96

Conser- vation	Echantillon	Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échan- tillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifi- que appa- rent du béton sec Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
A. MER	coeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	extérieur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B. EAU SULFATÉE	coeur	547,30	318,67	-	-	228,63	-	-	517,18	2,26	13,15	5,82
	extérieur	6489,8	3902,4	2587,4	54,5	2532,9	6240,0	428	5812,0	2,295	9,88	4,30
C. EAU DOUCE	coeur	503,75	291,08	-	-	212,67	-	-	474,55	2,23	13,72	6,15
	extérieur	6330,5	3766,3	2564,2	55,1	2509,1	5990,0	433	5557,0	2,21	13,55	6,13
D. AIR	coeur	575,68	335,98	-	-	239,70	-	-	545,94	2,28	12,42	5,45
	extérieur	6044,7	3655,7	2389,0	52,2	2336,8	5789,0	410	5379,0	2,30	10,94	4,75

En ce qui concerne les 2 seules éprouvettes cylindriques armées conservées à l'air marin qui ont pu être récupérées et marquées arbitrairement  $\alpha$  et  $\beta$  comme indiqué page 234, les résultats obtenus sur ces éprouvettes sont les suivants :

Echantillon		Poids de l'échantillon saturé d'eau		Volume total cm <sup>3</sup>	Volume des barres cm <sup>3</sup>	Volume du béton cm <sup>3</sup>	Poids de l'échantillon sec gr.	Poids des barres gr.	Poids du béton sec gr.	Poids spécifique apparent du béton Kg/dm <sup>3</sup>	Volume des vides %	Absorption d'eau % en poids
		à l'air gr.	sous eau gr.									
$\alpha$	coeur	512,18	300,08	-	-	212,10	-	-	484,47	2,28	13,06	5,72
	extérieur	6192,3	3786,2	2406,1	49,5	2356,6	5934,0	388,5	5545,5	2,355	10,98	4,66
$\beta$	coeur	553,51	326,33	-	-	227,18	-	-	529,84	2,33	10,44	4,47
	extérieur	6286,8	3800,1	2486,7	47,6	2439,1	6009,0	374	5635	2,31	11,4	4,93

§ 6. ANALYSES CHIMIQUES.

A. Analyse de l'eau de mer.

(prélèvement du 1.4.1964).

Teneur en gr/litre.

<u>Heure du prélèvement :</u>	<u>10 h. 10</u>	<u>13 h.</u>	<u>15 h. 15</u>
SO <sub>3</sub>	1,406	1,244	0,732
	1,413	1,249	0,712
Cl	11,69	10,48	7,04
	11,70	10,53	7,01
Résidu sec	22,94	19,84	13,40
	22,33	20,09	13,21
Résidu fixe (calcination à 600°C)	20,03	17,81	11,54
	19,69	17,49	11,50
Fe	0,0013	0,0037	0,0045
Ca O	0,41	0,38	0,33
	0,41	0,38	0,33
Mg O	1,33	1,1855	0,78
	1,32	1,1916	0,79
- - - - -			
PH	7,20	7,0	6,62

B. Analyse des mortiers.

.../...

## I. CIMENT PDR.

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
11 P	78,00	4,26	1,71	9,95	0,28	0,37	1,03
11 S	-	-	-	-	-	-	-
11 M	-	-	-	-	-	-	-
12 P	71,92	5,49	2,52	14,40	0,21	0,53	2,30
12 S	70,81	4,12	2,23	13,74	0,89	2,60	1,18
12 M	74,55	5,18	3,92	6,39	2,58	0,76	1,79
13 P	66,68	6,59	2,49	17,83	0,20	0,37	1,99
13 S	65,91	5,47	2,66	17,76	0,54	1,74	1,03
13 M	69,01	6,84	5,66	8,24	2,83	0,95	2,39



## III. CIMENT 2/3 ciment FAN et 1/3 de TRASS moulu.

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
31 P	81,81	4,07	2,04	7,24	0,20	0,23	2,04
31 S	80,21	3,32	2,22	7,65	0,46	1,43	2,23
31 M	80,39	3,42	4,16	3,48	2,31	0,92	1,52
32 P	78,20	5,06	2,21	9,59	0,40	0,35	1,96
32 S	75,11	4,41	2,61	9,74	0,37	1,29	2,10
32 M	72,16	6,27	4,25	7,37	2,76	1,32	1,73
33 P	71,40	6,39	2,92	11,96	0,19	0,50	1,77
33 S	71,20	6,07	3,73	12,13	0,32	0,79	1,34
33 M	63,06	7,21	5,06	8,38	2,80	1,32	1,43

## IV. CIMENT H P H R

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
41 P	78,80	4,40	2,12	8,27	0,84	0,73	1,34
41 S	-	-	-	-	-	-	-
41 M	81,24	3,76	3,75	2,92	2,02	0,72	2,14
42 P	72,15	5,38	2,85	12,15	0,68	0,87	1,59
42 S	69,08	5,16	4,02	12,55	0,90	1,36	1,38
42 M	74,83	5,42	4,22	6,32	2,51	0,80	2,00
43 P	67,34	6,22	3,96	14,35	0,70	1,08	1,14
43 S	65,48	5,77	2,99	15,49	1,38	1,30	1,69
43 M	68,90	6,87	5,06	8,69	2,72	1,11	1,41

## V. CIMENT H P N

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
51 P	78,67	4,09	3,00	8,27	0,55	0,48	1,32
51 S	78,03	3,26	2,14	9,31	1,01	0,37	1,65
51 M	80,77	3,19	2,31	3,75	2,32	1,02	1,53
52 P	69,63	6,07	4,11	12,26	0,49	0,72	1,28
52 S	70,40	5,08	3,65	11,85	1,11	1,12	1,60
52 M	74,31	5,29	4,30	8,55	1,01	1,16	1,12
53 P	64,61	6,40	4,67	14,35	1,14	0,77	1,19
53 S	65,92	6,40	4,12	14,18	1,11	1,20	1,58
53 M	67,88	7,40	5,13	11,33	1,93	1,07	1,47

## VI. CIMENT permétallurgique normal.

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
61 P	78,57	4,24	2,27	7,98	1,18	0,48	1,35
61 S	78,50	3,52	2,89	7,71	0,87	1,27	1,54
61 M	80,68	3,28	2,01	5,49	1,93	0,91	1,54
62 P	66,98	5,67	3,93	10,54	1,72	0,86	1,06
62 S	74,79	5,22	6,04	11,10	1,35	1,10	1,21
62 M	73,06	6,14	2,58	8,86	1,67	0,98	2,10
63 P	72,55	7,04	4,51	13,91	1,27	0,97	2,55
63 S	66,49	6,33	4,61	14,30	1,51	1,24	1,52
63 M	68,40	7,30	4,39	10,71	1,70	1,22	1,56

## VII. CIMENT SURSULFATE.

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
71 P	78,19	4,36	3,07	7,53	0,75	1,21	1,67
71 S	76,25	3,21	2,25	8,36	1,34	1,78	2,16
71 M	82,13	3,62	2,55	4,15	1,38	0,89	2,26
72 P	74,50	4,22	4,00	9,75	0,89	1,94	1,41
72 S	71,35	4,72	3,39	11,65	1,26	2,13	1,59
72 M	74,55	4,67	2,10	8,88	1,51	0,82	1,53
73 P	69,36	5,80	4,66	11,49	0,90	2,50	1,04
73 S	65,98	6,62	4,79	14,00	1,20	2,40	1,46
73 M	67,93	6,97	3,24	11,38	1,77	0,98	2,17

## VIII. CIMENT Alumineux fondu.

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
81 P	78,39	1,26	8,06	5,63	0,37	0,27	1,32
81 S	76,28	1,20	8,14	7,08	0,45	0,74	1,73
81 M	80,98	3,00	2,11	5,30	2,17	0,96	2,00
82 P	71,97	1,97	10,39	7,04	0,40	0,37	2,16
82 S	69,99	1,30	11,61	9,15	0,31	0,62	1,82
82 M	72,94	5,42	3,98	9,14	1,77	1,05	1,66
83 P	65,79	2,46	13,22	9,20	0,41	0,25	1,62
83 S	66,32	1,68	11,58	10,03	0,33	0,55	2,00
83 M	68,63	6,36	5,18	10,76	1,96	1,15	1,30

## IX. CIMENT MARIN.

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
91 P							
91 S	77,46	3,78	3,30	8,63	0,58	0,93	1,52
91 M	81,03	2,39	3,30	4,45	2,60	0,78	1,95
92 P							
92 S	72,34	5,29	4,09	6,07	1,49	1,21	1,39
92 M	74,14	4,44	2,46	8,58	1,59	0,96	2,22
93 P							
93 S	65,74	6,38	4,42	14,67	1,26	1,32	1,47
93 M	67,37	5,90	3,27	12,06	1,29	0,89	2,40

## X. CIMENT Traszement.

268

MORTIER	INSOLUBLE (%)	Si O <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ca O (%)	Mg O (%)	S O <sub>3</sub> (%)	C O <sub>2</sub> (%)
101 P							
101 S	83,71	3,16	1,71	5,96	2,50	0,83	1,57
101 M	82,82	1,39	2,94	3,20	3,04	0,55	3,20
102 P							
102 S	78,98	4,29	1,97	8,20	1,20	0,68	2,40
102 M	81,26	1,66	2,21	3,17	3,32	0,42	2,42
103 P							
103 S	74,32	4,09	3,20	9,47	1,08	0,88	2,77
103 M	77,61	2,64	3,28	5,13	3,89	0,51	3,15

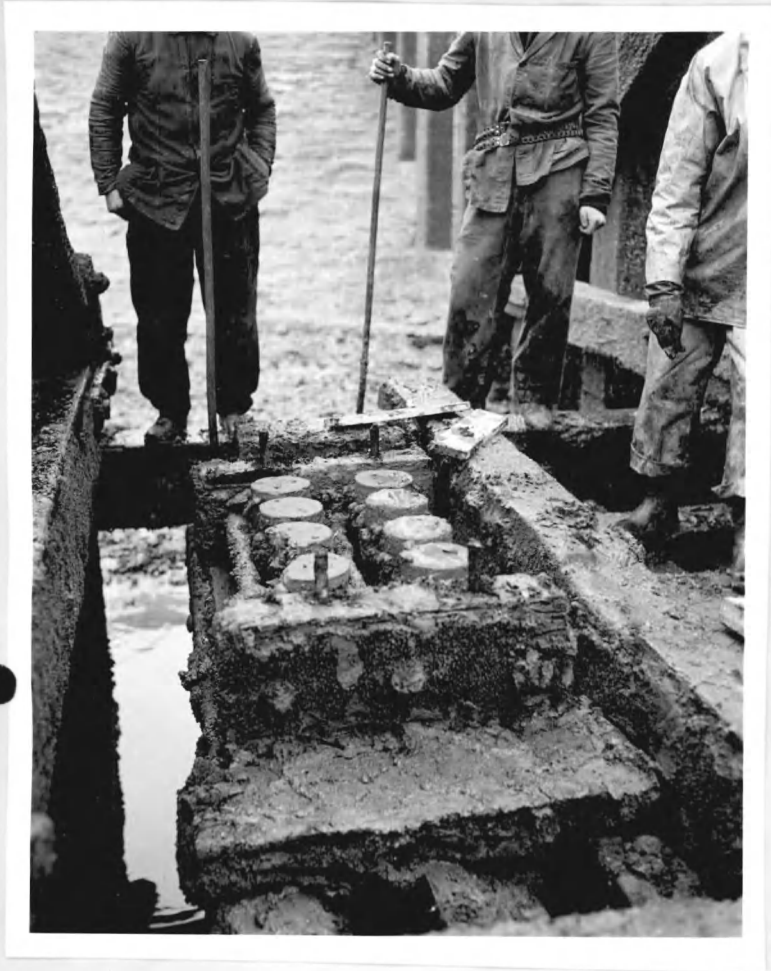


photo n° 416914



photo n° 416915



photo n° 416916



photo n° 416917

85



photo n° 416918



photo n° 416919

2

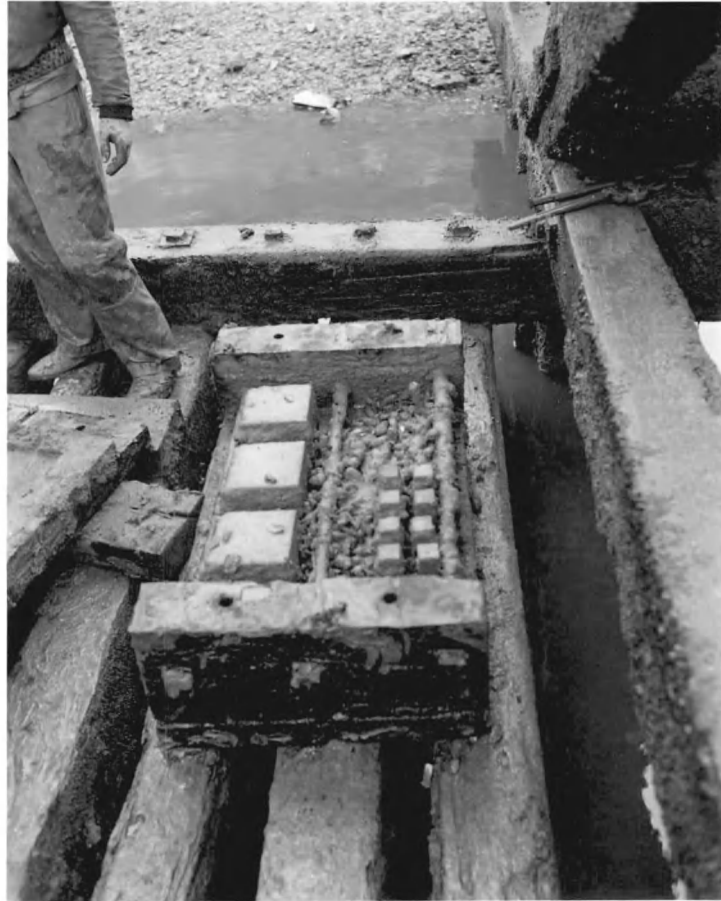


photo n° 416920



photo n° 6360



photo n° 6365



photo n° 6370



photo n° 6375

9

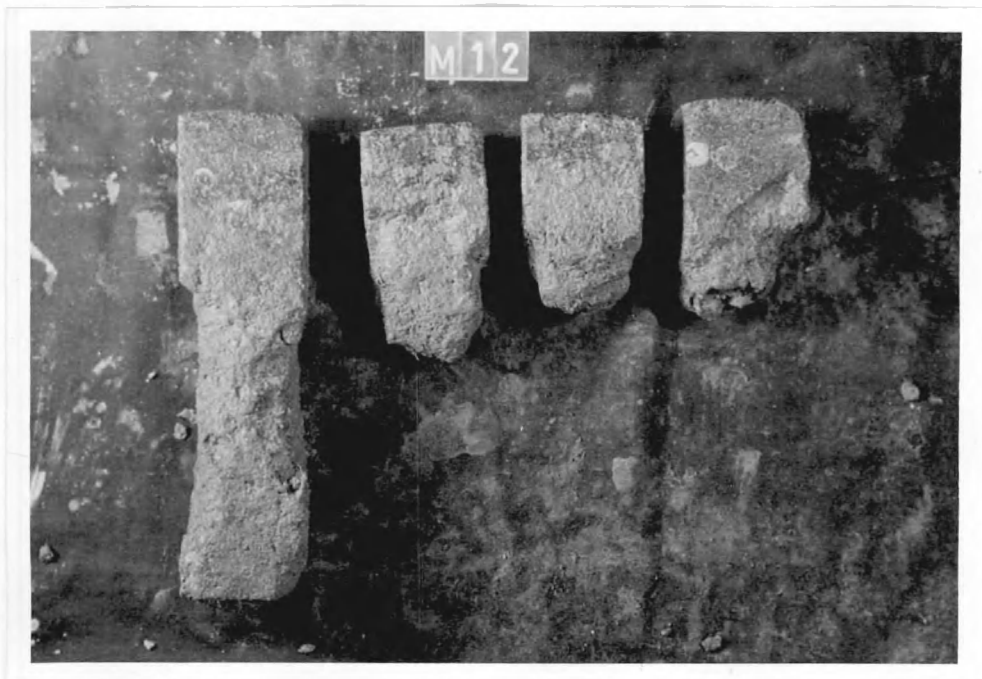


photo n° 6357

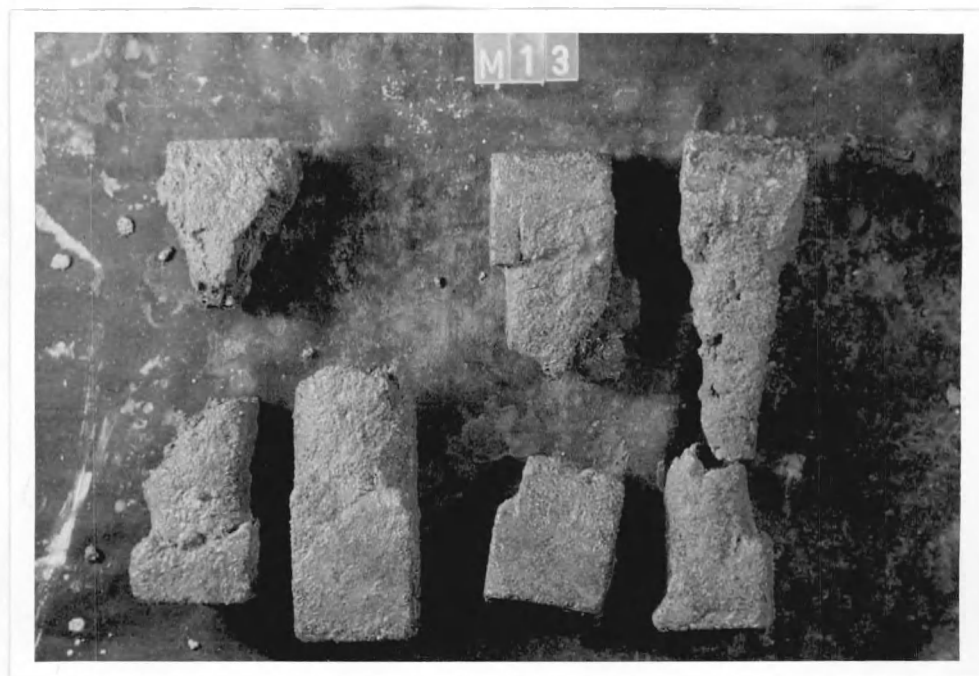


photo n° 6358

2



photo n° 6361

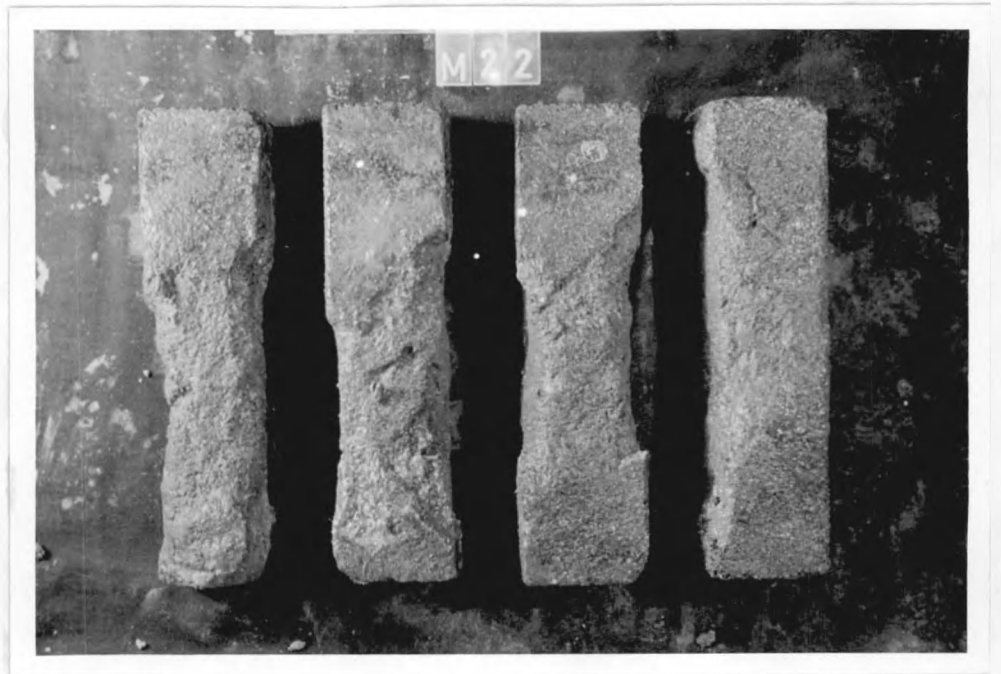


photo n° 6362

B

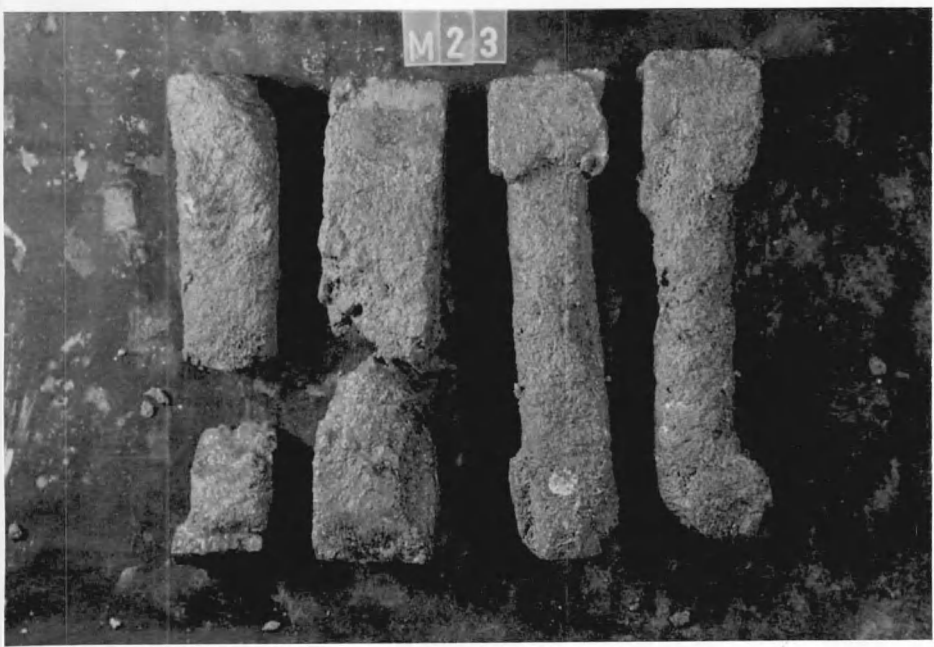


photo n° 6363



photo n° 6366



photo n° 6367



photo n° 6368



photo n° 6371

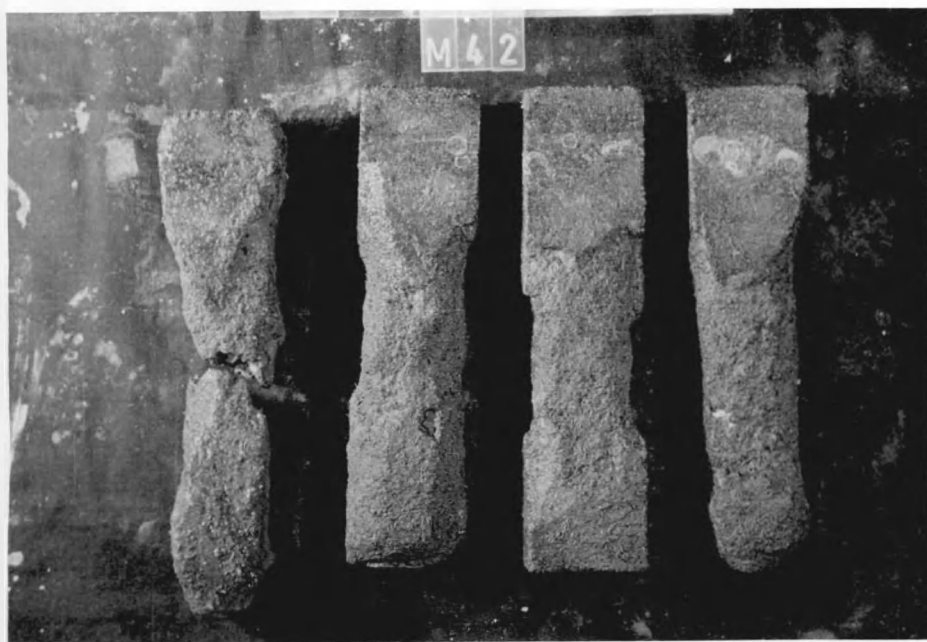


photo n° 6372

Q

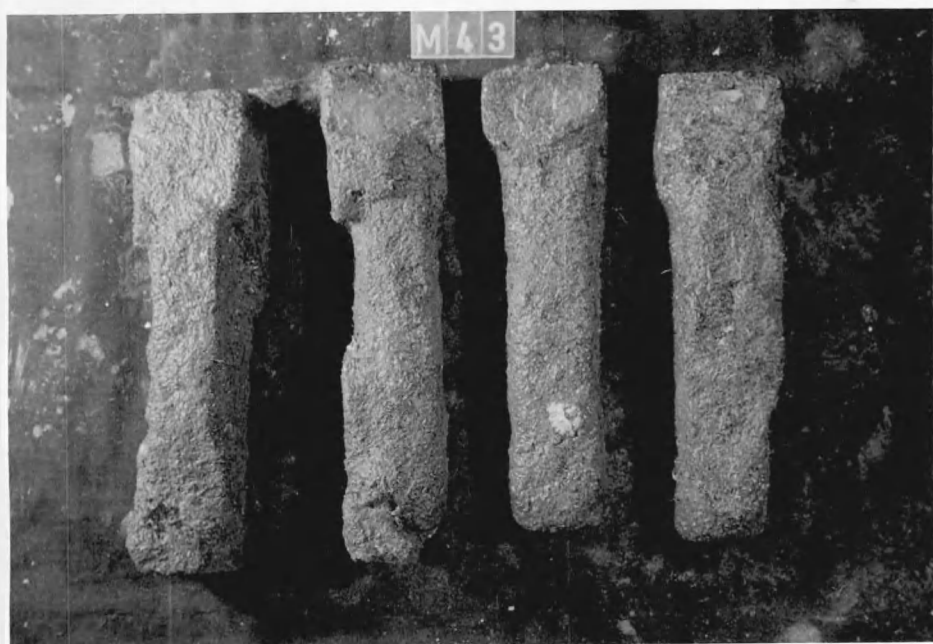


Photo n° 6373



photo n° 6376

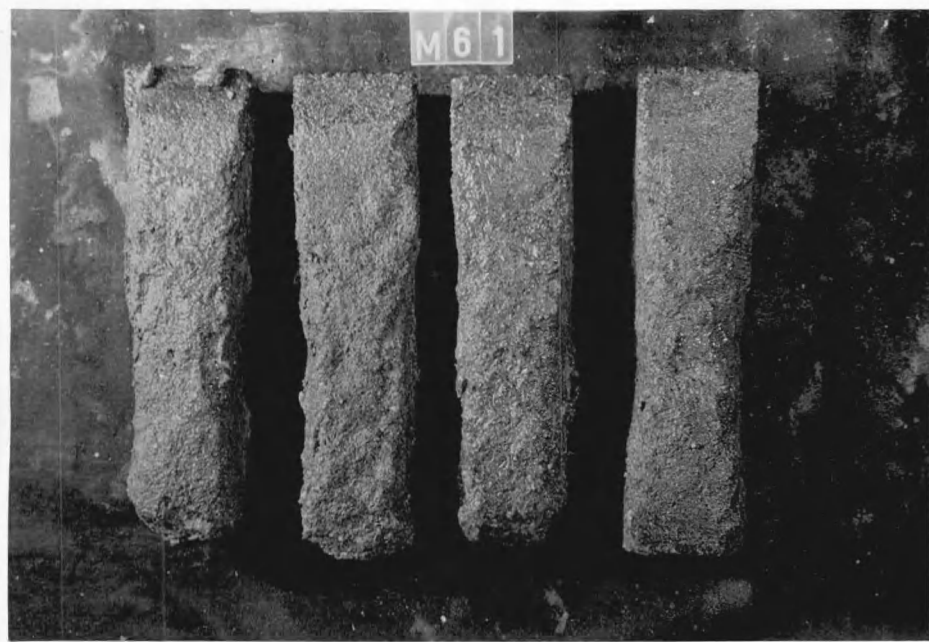


photo n° 6378

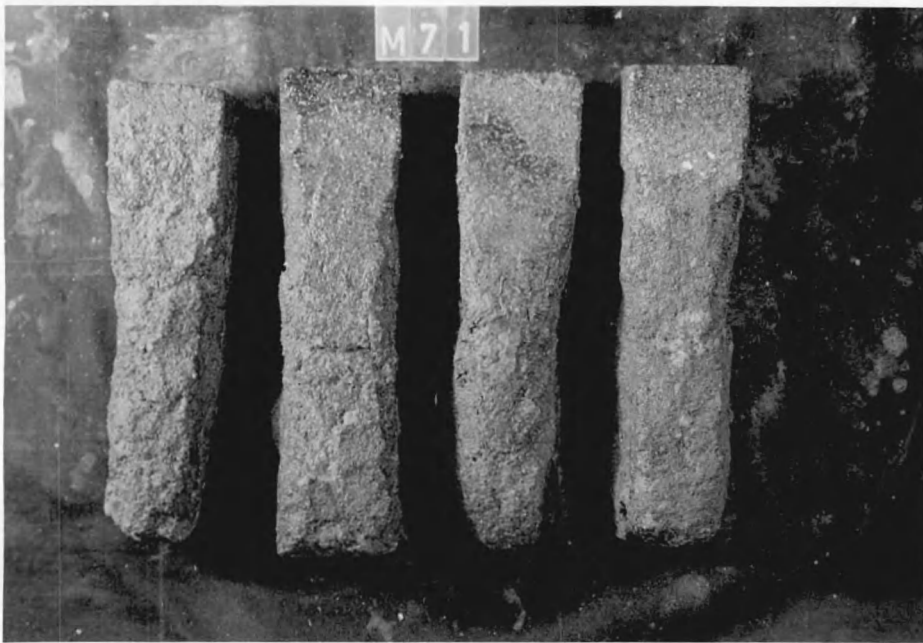


photo n° 6379

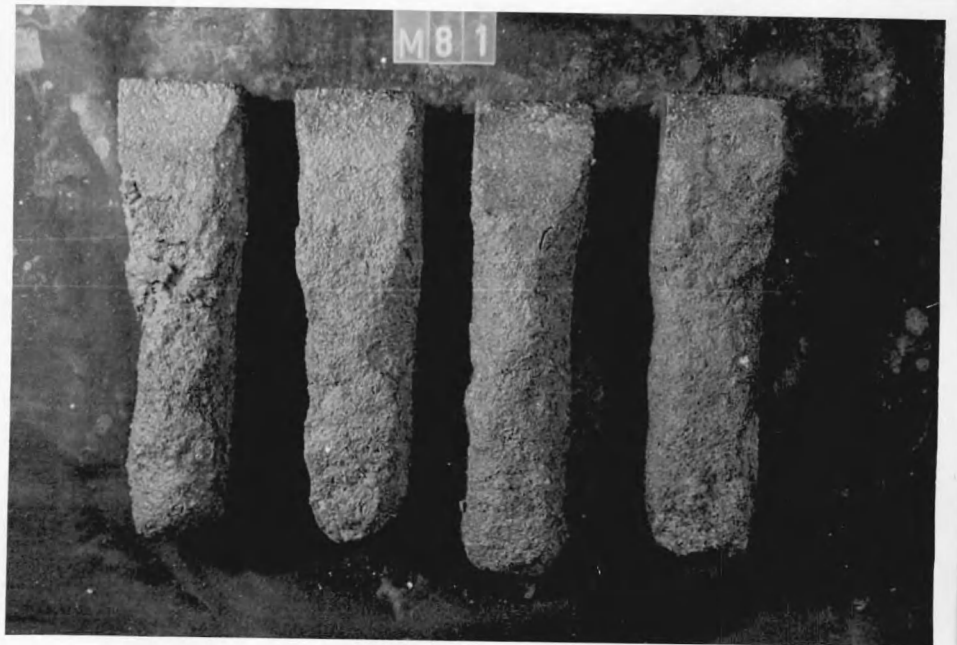


photo n° 6380

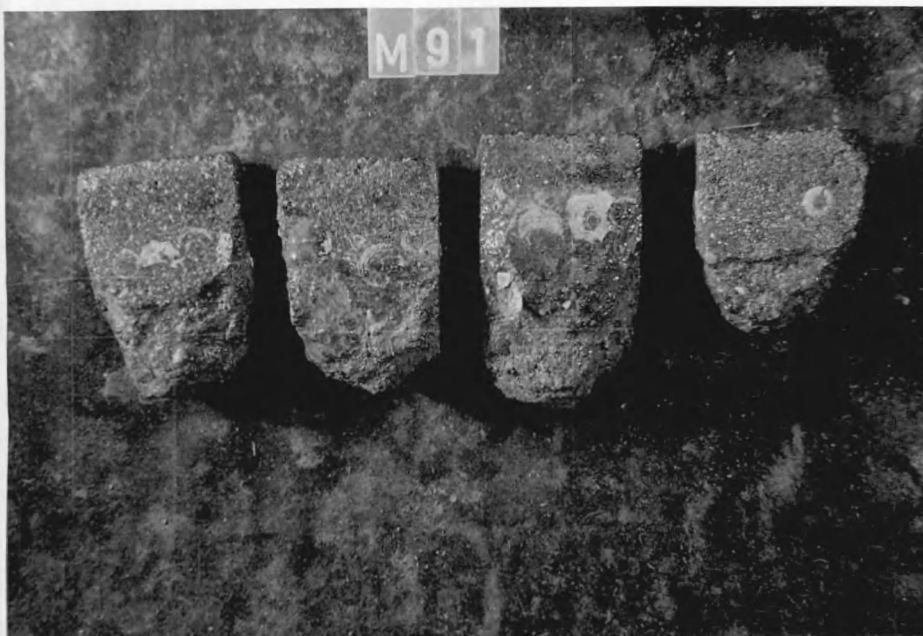


photo n° 6381



photo n° 6382



photo n° 6383



photo n° 6384



photo n° 6335



photo n° 6336

8

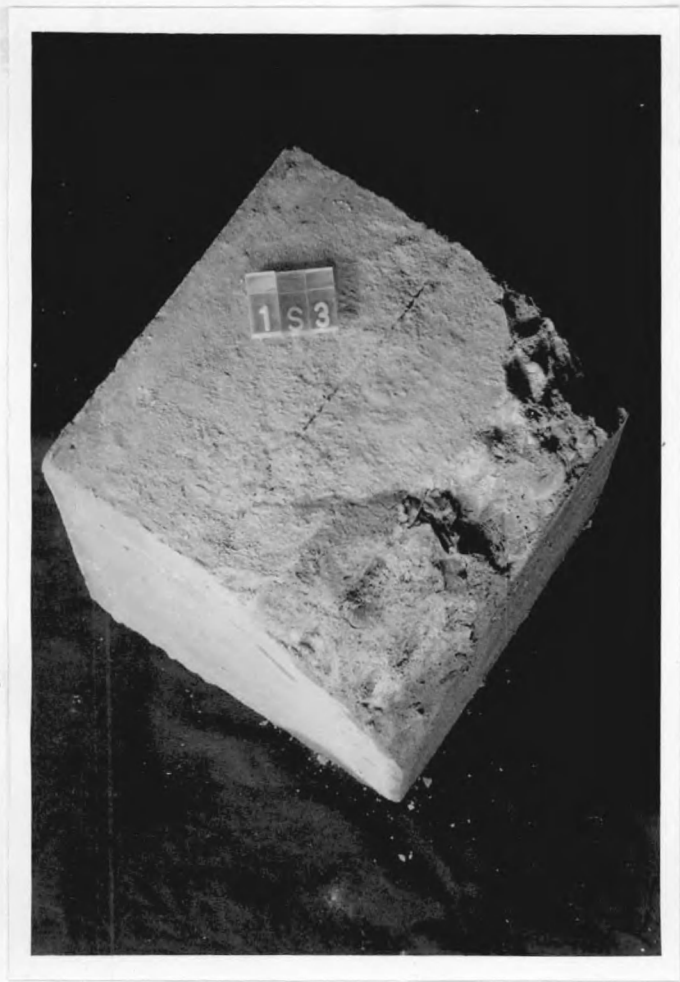


photo n° 6337

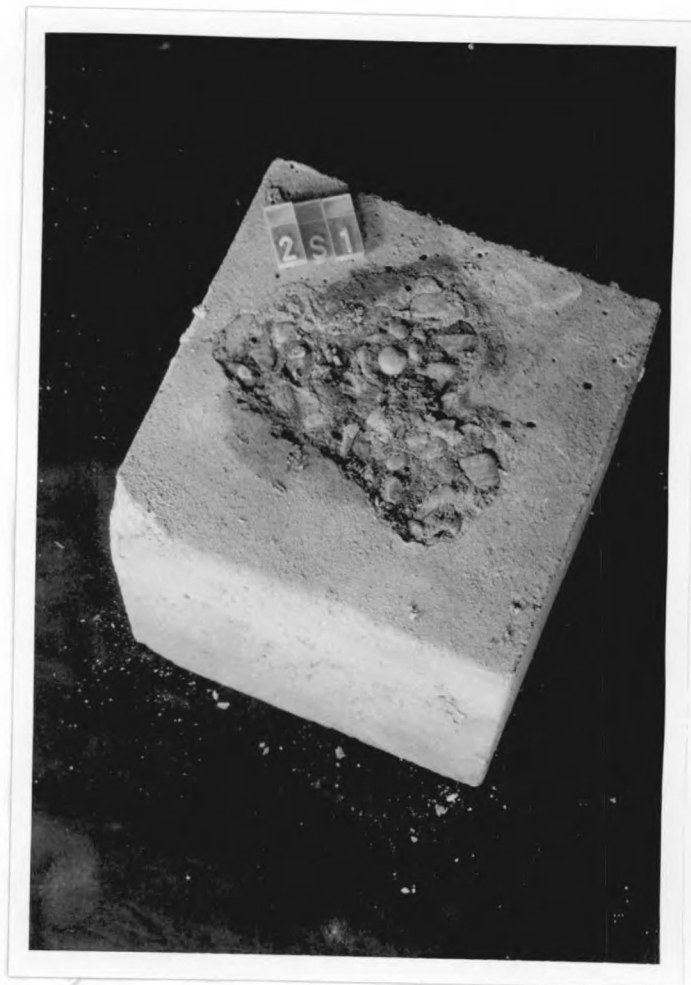


photo n° 6338

9



photo n° 6359

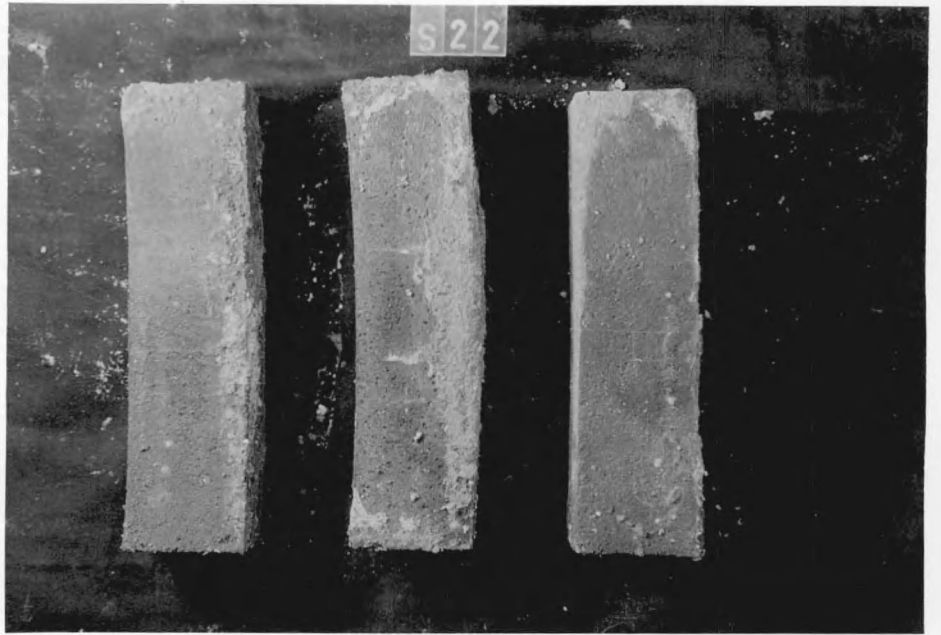


photo n° 6364

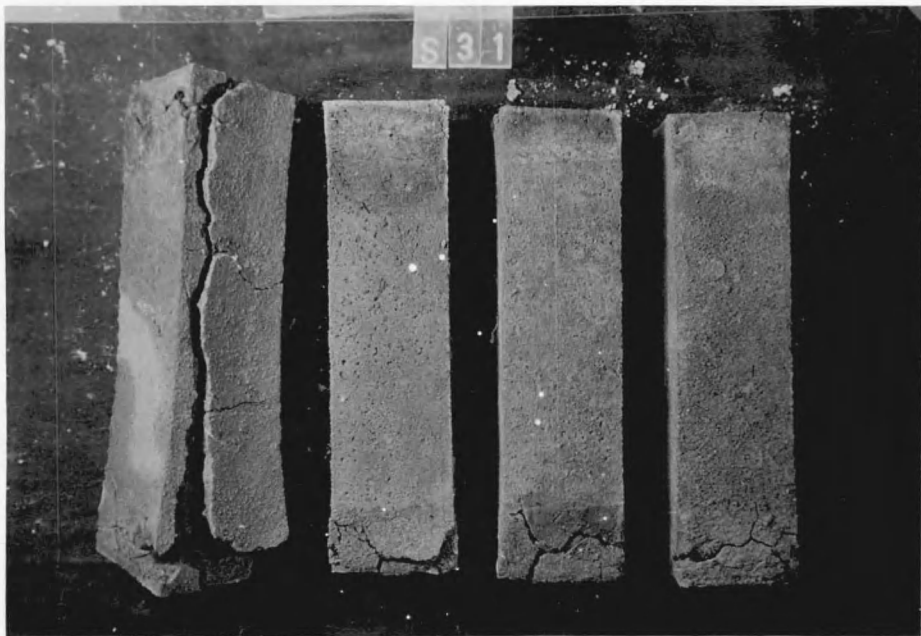


photo n° 6369

2

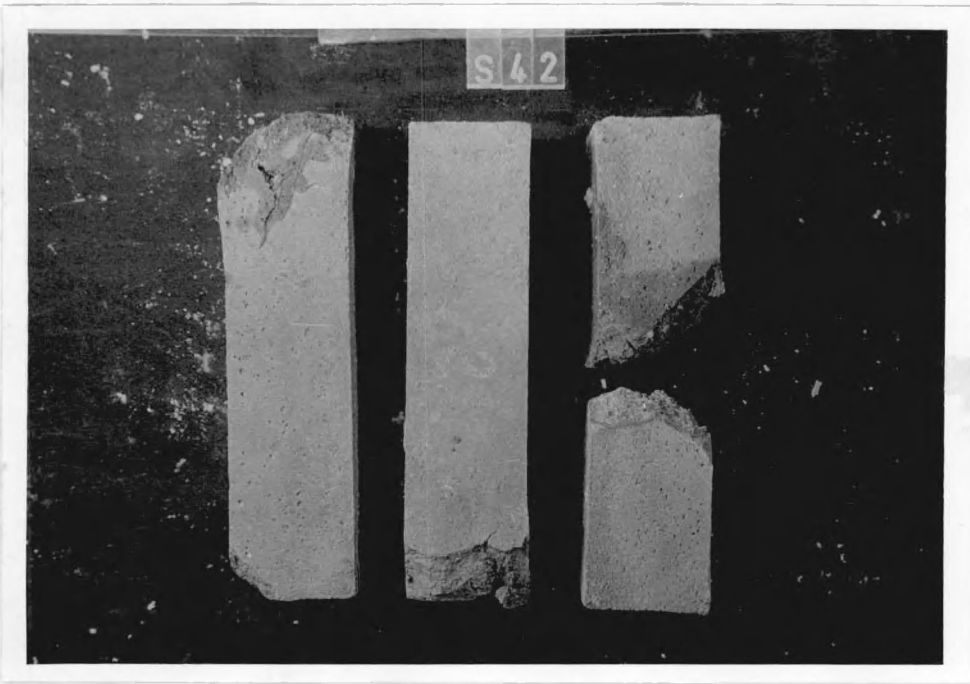


photo n° 6374

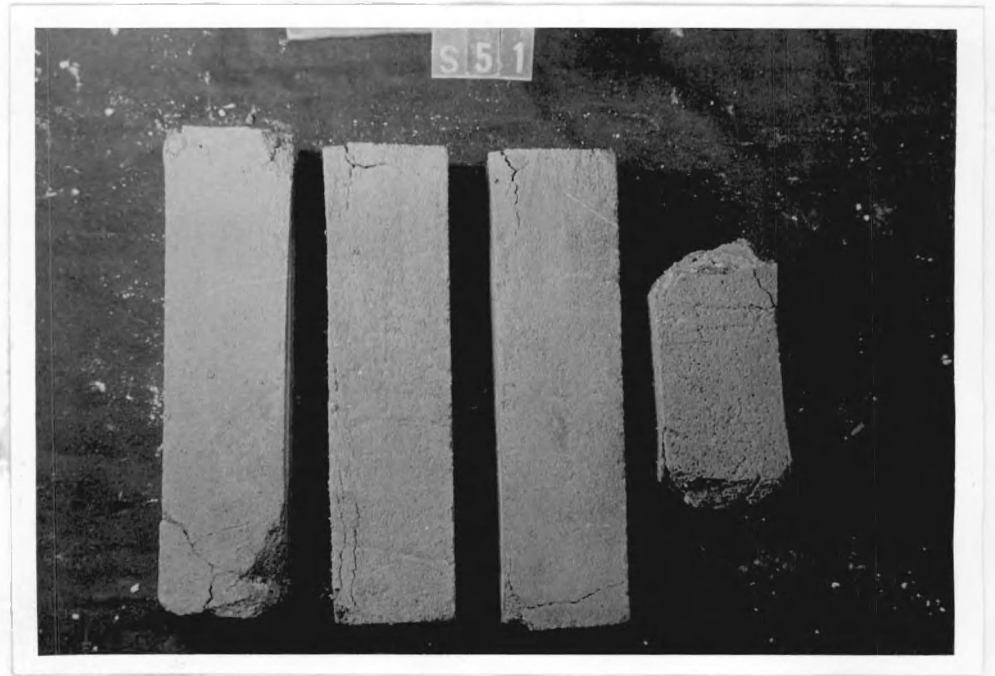


photo n° 6377

8



photo n° 6464



photo n° 6465



photo n° 6466



photo n° 6467



photo n° 6468



photo n° 6469

4



photo n° 6470



photo n° 6471



photo n° 6472

2



photo n° 6473



photo n° 6474



photo n° 6475

2



photo n° 6476



photo n° 6477

Q

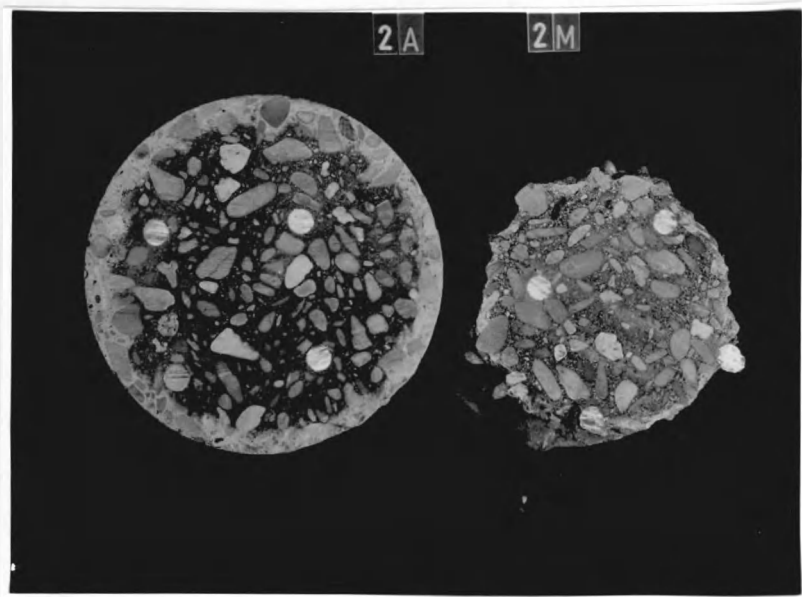


photo n° 6487

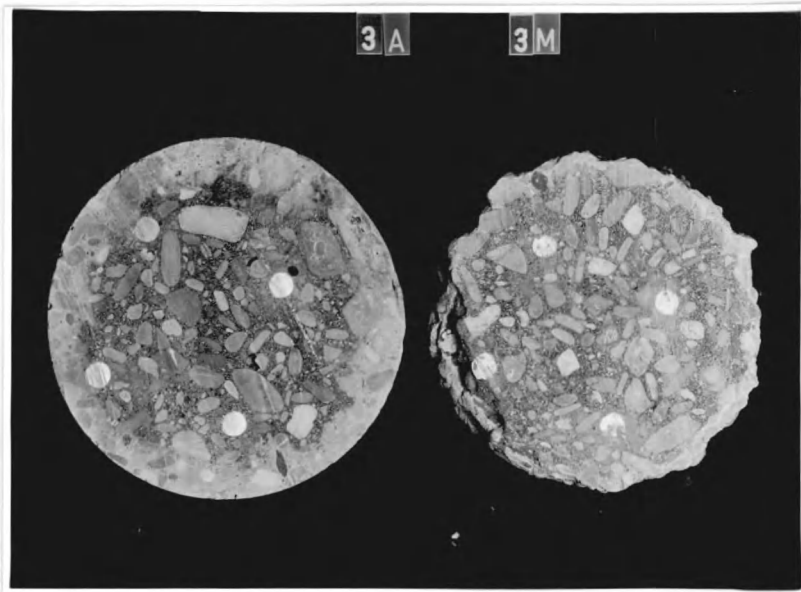


photo n° 6488

8

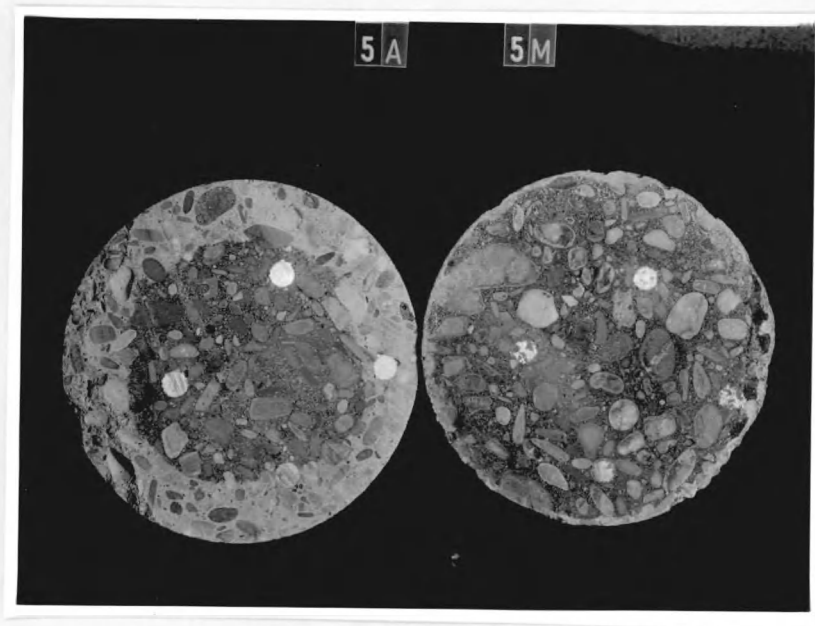


photo n° 6489

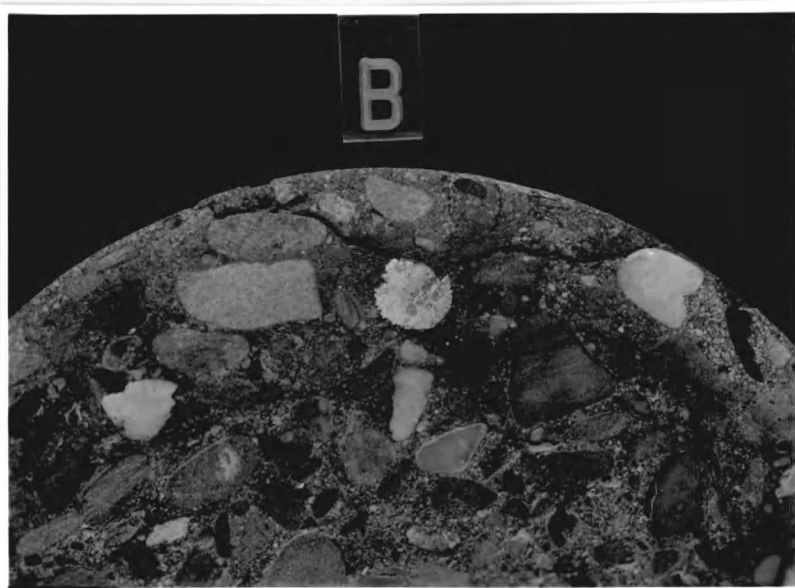


photo n° 6490