

PREPARATION A SEC (SOLS ARGILEUX)

(METHODES DE BROUYAGE)



LABORATOIRE
CENTRAL

SOLS ET MATÉRIAUX

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



CANQ
TR
GE
SM
129



SC
100

470 480

PREPARATION A SEC (SOLS ARGILEUX)

(METHODES DE BROYAGE)

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

CANQ
TR
GE
SM
129

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|------|
| Table des matières | i |
| Liste des tableaux | ii |
| Collaborateurs | iii |
| But et description de l'étude | p. 1 |
| Mise en garde | p. 2 |
| Remarques sur les procédures de broyage suivies | p. 3 |
| Conclusions particulières | p. 5 |
| Conclusion générale | p. 6 |

LISTE DES TABLEAUX

- I- Description des procédures de broyage p. 8
- II- Énumération des méthodes normalisées suivies pour chaque essai. p. 9
- III- Description sommaire des trois types de sols analysés. p. 10
- IV- Nombre et répartition des échantillons préparés et essais exécutés. p. 11
- V- Compilation des résultats des limites liquides et plastiques par type de sol et selon la méthode employée (sec ou humide) p. 12
- VI- Résumé des résultats de granulométrie partielle, sédimentation et classifications (Eno, Unifiée et H.R.B.) p. 15
- VII- Quelques comparaisons entre les résultats de limites exécutées à partir du sol séché et ceux à partir d'un sol naturel (non-séché). p. 16
- VIII- Temps et % de la procédure de broyage prévus par A.S.T.M. pour chaque procédure utilisée. p. 17
- IX- Photos des appareils et instruments de broyage. p. 18

COLLABORATEURS

Ont activement participé à l'étude:

DU LABORATOIRE CENTRAL -

- Gaston Légaré, Technicien Principal (Direction et supervision des essais)
- Alain Arial (Graphiques, compilations, vérification calculs, classification)
- Fabien Bilodeau (Calculs par calculatrice algébrique)
- André Cauchon (A) (Technicien qui a exécuté les essais)
- Jean Giguère (B) (" " " ")
- Georges Malouin (C) " " " "
- Roland Hawey (D) " " " "
- P.-E. Fortin (E) " " " "

DES CENTRES REGIONAUX --

- André Côté (Initiateur de l'étude et responsable d'une étude préliminaire semblable)
- Les C.R. de Québec (Echantillonneurs des sols étudiés)
 - Chicoutimi (" " " ")
 - Montréal (" " " ")

BUT ET DESCRIPTION DE L'ETUDE

Au mois d'octobre 1974, la section Sols, de la division Sols et Agrégats au Laboratoire Central du ministère, entreprenait, suite à une demande des "Centres Régionaux", une étude condensée sur "la préparation à sec" des échantillons de sols devant servir à y mesurer les diverses constantes. Cette étude portait en réalité sur la méthode de broyage des sols cohésifs. Le but premier visé était de déterminer s'il était possible d'utiliser des procédures de broyage autres que celles prévues par la norme D-421 de l'A.S.T.M. afin de pouvoir mettre à la disposition des centres régionaux (entre autres) une procédure de préparation à sec beaucoup plus rapide et aussi moins astreignante pour le technicien.

S'il était admis au départ que toutes les autres méthodes de broyage disponibles étaient plus rapides et moins astreignantes pour le technicien que celle se limitant au marteau-pilon recouvert de caoutchouc (telle que préconisée par l'A.S.T.M.), il n'était cependant pas possible de dire clairement jusqu'à quel point les résultats des essais faits sur des échantillons préparés par d'autres procédures pouvaient être différents de ceux obtenus en suivant intégralement la méthode D-421.

L'étude consistait donc, en fait, à exécuter les essais de limites liquide et plastique, puis ceux de l'analyse granulométrique partielle, de sédimentométrie et de poids spécifique sur des éprouvettes provenant d'échantillons de trois types différents de sols (1, 2, 3) préparés selon cinq procédures de broyage différentes incluant celle préconisée par l'A.S.T.M. Par la même occasion, nous avons décidé que cinq techniciens différents (A, B, C, D, E) répéteraient la même étude afin tout d'abord

de corriger certaines lacunes dans l'exécution et aussi pour nous permettre d'évaluer l'uniformité ou non des résultats d'essais exécutés par différents techniciens dans un même laboratoire.

Enfin, puisqu'une variante de la procédure D-423 (limite liquide) est employée à certains endroits du ministère, nous avons aussi considéré comme méthode distincte le fait de partir du sol sec pour exécuter les essais de limites, et celle basée sur le sol séché, mais préalablement humidifié et conservé dans une chambre humide pendant 24 heures.

En résumé:

Partant de trois sols distincts, nous avons préparé pour chaque type (voir tableau III) cinq échantillons pour chacune des cinq procédures de broyage décrites (voir tableau I), puis sur chaque échantillon, nous avons fait exécuter les essais prévus (voir tableau II) permettant de classier chacun des échantillons (voir tableau VI).

MISE EN GARDE

Nous croyons qu'il est nécessaire de rappeler ici, que pour un sol cohésif argileux à limite liquide très élevée, il était et il demeure à conseiller de déterminer les constantes (limites liquide et plastique) à partir du sol naturel humide. Car en vous référant au tableau VII, vous pourrez constater que dans bien des cas, il existe une très importante différence entre les résultats obtenus en partant du sol préparé à sec et celui préparé à partir du sol naturel humide.

REMARQUES SUR LES PROCEDURES DE BROYAGE SUIVIES ET LES ESSAIS EXECUTES

- Broyage au marteau pilon caoutchouté:

Une attention bien spéciale doit être apportée à cette procédure même si elle est recommandée par l'A.S.T.M., car lorsque l'on a plusieurs échantillons à broyer, on note facilement l'usure, l'incrustation et même la pulvérisation de la partie caoutchouc qui, à ce moment, se mêle à l'échantillon. De plus, la qualité ou type de caoutchouc employé, pas plus que la nature du pilon lui-même, n'est, à notre connaissance, définie à aucun endroit, de sorte que nous croyons qu'il existe en réalité que des variantes (acceptables quand même) de la procédure prévue par l'A.S.T.M., puisque le but premier du caoutchouc est d'éviter de briser et fractionner les plus grosses particules. Bien entendu, cette procédure est de loin la plus ardue et la plus longue, en plus d'être difficilement applicable en pratique dans les essais routiniers de contrôle; de sorte que pour la faire suivre intégralement, une constante surveillance des techniciens l'exécutant est nécessaire. Il ne faut pas oublier non plus le type de pilon à employer, à savoir si c'est un pilon d'acier recouvert de caoutchouc, ou un pilon de bois ou de toute autre matière, recouvert de caoutchouc. (Pour l'étude, les deux genres ont été utilisés sans qu'on puisse voir la différence).

- Broyage au marteau pilon d'acier:

Il est bien entendu que lorsque nous décrivons cette procédure, nous supposons que le technicien est en mesure d'utiliser cette méthode avec discernement, c'est-à-dire qu'il n'essaiera pas de réduire les particules entières et de les fractionner, mais se bornera à défaire

complètement les mottes d'argile, et qu'il verra à tamiser le plus souvent possible pour accumuler les fractions nécessaires aux essais.

- Broyage pilon d'acier et broyeur manuel (hache-viande non motorisé)

Dans cette procédure, il faut bien spécifier que l'usage du pilon d'acier n'est en vue que de dégrossir, lorsque nécessaire, les mottes d'argile et que les mots "à la main" ou manuel ne valent que pour la manipulation (énergie) du broyeur tel que sommairement décrit au tableau II.

D'ailleurs, cet appareil est en réalité un hache-viande sur lequel on a remplacé la plaque trouée par deux disques, d'une distance l'un de l'autre ajustable en fonction de la grosseur moyenne des particules. Comme les disques sont rainés, ils permettent l'écoulement des particules plus grosses sans que ces dernières ne subissent une trop grande pulvérisation.

- Broyage pilon d'acier et broyeur Bico

Acceptant toujours le fait que le pilon d'acier n'est que pour dégrossir l'échantillon de sol cohésif, on peut dire que le broyeur Bico, qui est en réalité plus qu'un broyeur, demande quand même une plus grande attention dans l'ajustement des meules. Cet appareil mécanisé pulvérise facilement le matériel trop gros et ne devrait être employé qu'avec circonscription ou expérience. A ce moment, seul le matériel vraiment argileux devrait y être introduit, et encore avec un ajustement précis des meules préalablement nettoyées. Cette procédure est de loin la moins astreignante et la plus rapide; mais, justement à cause de sa rapidité et le peu d'efforts exigés de la part du technicien, elle doit être bien contrôlée et suivie de près par le ou les responsables du

laboratoire.

- Broyage pilon d'acier et hache-viande:

Considérant donc le pilon d'acier que pour un broyage sommaire et grossier, le hache-viande, qui dans notre cas avait été modifié pour être mû électriquement par un moteur 1/2" force est du même type que ces appareils domestiques vendus pour la maison et que M. André Côté, alors du C.R. de Chicoutimi, avait expérimenté il y a quelques années. Ici encore, il faut faire remarquer que cette procédure a ses dangers car les particules les plus grosses sont souvent cassées et que les autres sont quelquefois ainsi réduites. Enfin, avec un moteur trop fort, il y a danger de retrouver constamment ce phénomène de pierre cassée, puisque, comme dans la procédure avec le broyeur Bico, la facilité peut tenter le technicien.

CONCLUSIONS PARTICULIERES

- Les limites liquides et plastiques, pour chacun des sols (1, 2, 3) utilisés n'ont aucunement été affectées par les procédures de broyage employées (voir tableau VI a, b, c). Toutefois, ces essais ont semblé varier d'un technicien à l'autre.
- Les classifications "Unifiée et H.R.B." n'ont absolument pas été modifiées par le changement de procédure dans le broyage (voir tableau VII).
- La classification ENO a de son côté été fortement touchée par la procédure au hache-viande motorisé dans le cas du sol le moins argileux (3),

tandis qu'elle était aussi affectée pour ce sol par les autres procédures de broyage à l'exception de celle au pilon d'acier (voir tableau VII).

- L'essai de sédimentation s'est aussi vu grandement dérangé par la procédure au hache-viande, alors qu'il l'était beaucoup moins par les autres procédures; à remarquer au tableau VII l'augmentation considérable de particules inférieures à 5, 2 et 1 micron, lorsque le hache-viande motorisé a été employé avec cette marne limoneuse-argileuse (3).
- Temps de la préparation - Grâce au tableau VIII, on peut constater que la procédure au pilon d'acier est la plus rapide suivie de celle utilisant pilon d'acier et broyeur Bico. A remarquer que l'économie de temps est considérable lorsque l'une ou l'autre des procédures essayées est utilisée.

CONCLUSION GENERALE

Dans des essais routiniers et de contrôle, pour des sols argileux, la procédure au pilon d'acier (employée avec discernement) nous semble être celle, qui tout en étant une des plus rapides et la moins coûteuse, est aussi celle qui affecte au minimum le sol analysé. Dans le même optique, la procédure pilon d'acier et broyeur Bico, en étant la plus rapide et la moins astreignante pour le technicien, peut être à envisager là où la quantité d'échantillons suffit pour en faire oublier le coût. Il en est de même pour fins de classification H.R.B. et Unifiée ou préparation de sols pour travaux de stabilisation.

Mais tout en répétant que cette étude ne vaut que pour des sols argileux, nous regrettons que la nature des sols soumis, malgré leur provenance bien différente, ait si peu varié. Nous aurions bien aimé pouvoir faire l'étude avec un sol ayant une limite liquide supérieure à 50, et un autre contenant beaucoup de particules comprises entre les tamis No 4 et 200.

Enfin, rappelons une dernière fois que cette étude est restrictive, du fait que dans le cas des sols cohésifs très argileux, il est fortement conseillé de procéder aux limites liquides et plastiques à partir du sol humide naturellement.

André Lelièvre

Préparé par: André Lelièvre, agent maîtrise
Laboratoire Central
Ministère des Transports
Complexe Scientifique
2700, rue Einstein
Ste-Foy, Québec
G1P 3W8

Guy Dallaire

Approuvé par: Guy Dallaire, ing.
Responsable - Division Sols et Agrégats.

Québec, le 24 novembre 1975.

GD/AL/fg

TABLEAU- I

| METHODES | NO | DESCRIPTION DES METHODES DE BROYAGE |
|----------------------------------|----|---|
| PILON CAOUTCHOUC | 1 | Tel que préconisée par la norme L-421 de l'A.S.T.M., le broyage complet de l'échantillon s'est effectué manuellement à l'aide d'un pilon recouvert de caoutchouc à l'extrémité. |
| PILON ACIER | 2 | Cette méthode complètement manuelle employait un pilon d'acier pour broyer dans un mortier d'acier, l'échantillon de sol. |
| PILON ACIER ET BROYAGE A LA MAIN | 3 | Broyage sommaire au pilon d'acier, suivi d'un broyage complémentaire avec un broyeur, type hache-viande, dans lequel il y a : une vis sans fin et 2 disques rainés et ajustables. |
| PILON ACIER ET BROYEUR BICO | 4 | Broyage sommaire et grossier au pilon d'acier, suivi du broyage final dans un broyeur manufacturé et mû électriquement avec des meules rainées au centre et ajustables à très près. |
| PILON ACIER ET HACHE VIANDE | 5 | Broyage sommaire au pilon d'acier, puis réduction à l'aide d'un hache-viande domestique motorisé. |

TABLEAU-II

| ENUMERATION DES METHODES NORMALISEES SUIVIES POUR CHAQUE ESSAI | |
|--|------------------------------------|
| ESSAI | METHODE NORMALISEE |
| PREPARATION A SEC | A.S.T.M. - D-421 |
| GRANULOMETRIE PARTIELLE | A.S.T.M. - C-136 C-127 |
| DETERMINATION DU PASSANT TAMIS NO: 200 | A.S.T.M. - D-1140 |
| LIMITE LIQUIDE: a: Sol sec au départ b: Sol humidifié 24 heures a l'avance | A.S.T.M. - D-423 |
| LIMITE PLASTIQUE | A.S.T.M. - D-424 |
| POIDS SPECIFIQUE | A.S.T.M. - D-854 |
| SEDIMENTOMETRIE | A.S.T.M. - D-422 |
| CLASSIFICATION A: Unifié b: HRB c: Eno | A.S.T.M. - D-2487 AASHO - M-145 |

TABLEAU-III

| IDENTIFICATION DES SOLS | PROVENANCE | DETAILS |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| <p>-1-</p> <p>AS-931-74</p> | <p>Ste Julie, Cté Verchères</p> | <p>endroit: Autoroute 30, Chemin de service. Chainage: 25 + 02 Prélevé par: C. R. Ville d'Anjou.</p> |
| <p>-2-</p> <p>AS-983-74</p> | <p>Hébertville, Cté Lac St Jean</p> | <p>endroit: Route no: 169, Chainage: 241 @ 247 Prélevé par: C. R. Chicoutimi.</p> |
| <p>-3-</p> <p>AS-984-74</p> | <p>Charny, Cté Lévis</p> | <p>endroit: Autoroute de la Beauce, Prélevé par: C. R. Quebec.</p> |

TABLEAU-IV

NOMBRE D'ECHANTILLONS ET D'ESSAIS DIVERS

| ECHANTILLONS | | | | | | ESSAIS | | |
|--------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|-------|
| TYPE DE SOLS | METHODE DE BROYAGE | NOMBRE DE TECHNICIENS | TOTAL ECHANTILLONS PREPARES | TOTAL ECHANTILLONS PREPARES PAR TECH. | TOTAL TYPE DE SOLS PREPARES PAR TECH. | NOM | NOMBRE PAR ECHANTILLON | TOTAL |
| 3 | 5 | 5 | 75 | | | Granulometrie partielle | 1 | 75 |
| | | | | | | Lavage sur tamis no: 200 | 1 | 75 |
| 3 | 5 | | | 15 | | Limite liquide | 2 (note 1) | 150 |
| | | | | | | Limite plastique | 2 (..) | 150 |
| | | | | | | Sedimentation | 1 | 75 |
| 3 | | | | | 3 | Pois spécifique | 1 | 75 |
| | | | | | | Préparation a sec | 1 (note 2) | 75 |
| | | | | | | Classification: | | |
| | | | | | | Unifiée | 1 | 75 |
| | | | | | | HRB | 1 | 75 |
| | | | | | | Eno | 1 | 75 |
| total 3 | 5 | 5 | 75 | 15 | 3 | TOTAL | | 900 |

Note 1: Les essais ont été faits en double: a) a partir du sol sec b) sol humidifié 24 heures à l'avance. Note 2: La préparation à sec est indépendante ici des méthodes de broyage utilisées.

TABLEAU-V
 ETUDE LIMITE LIQUIDE & PLASTIQUE -1

| METHODES | PILON CAOUTCHOUC | | PILON ACIER | | PILON ACIER & BROYAGE a la MAIN | | PILON ACIER & BROYEUR BICO | | PILON ACIER & HACHE VIANDE | |
|--------------------|------------------|------|-------------|------|---------------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|------|
| | LL | IP | LL | IP | LL | IP | LL | IP | LL | IP |
| SOL HUMIDE | 42.3 | 22.3 | 45.3 | 22.3 | 38.9 | 21.1 | 41.5 | 20.3 | 42.7 | 21.3 |
| SOL SEC | 41.5 | 19.9 | 42.4 | 20.3 | 38.0 | 19.9 | 39.3 | 18.7 | 43.3 | 20.7 |
| SOL HUMIDE | 41.7 | 23.5 | 41.8 | 19.7 | 47.7 | 23.6 | 46.3 | 20.9 | 44.8 | 22.4 |
| SOL SEC | 41.4 | 20.4 | 41.5 | 19.3 | 43.4 | 22.0 | 42.4 | 17.7 | 43.2 | 21.0 |
| SOL HUMIDE | 50.5 | 22.6 | 40.7 | 20.1 | 42.2 | 21.6 | 48.3 | 25.9 | 42.2 | 22.2 |
| SOL SEC | 48.5 | 25.6 | 41.3 | 22.7 | 42.9 | 21.9 | 45.6 | 25.1 | 43.2 | 21.3 |
| SOL HUMIDE | 44.6 | 20.0 | 46.9 | 26.3 | 38.7 | 17.4 | 45.3 | 26.5 | 42.0 | 21.8 |
| SOL SEC | 42.4 | 19.4 | 42.4 | 19.5 | 37.8 | 17.7 | 42.3 | 20.4 | 41.3 | 17.8 |
| SOL HUMIDE | 41.8 | 22.3 | 48.7 | 25.2 | 46.5 | 26.8 | 42.1 | 20.2 | 42.7 | 19.2 |
| SOL SEC | 39.0 | 18.6 | 42.8 | 18.2 | 44.1 | 33.1 | 42.1 | 21.5 | 43.3 | 21.4 |
| MOYENNE SOL HUMIDE | 44.2 | 22.1 | 44.7 | 22.7 | 42.8 | 22.1 | 44.7 | 22.8 | 42.9 | 21.4 |
| MOYENNE SOL SEC | 42.6 | 20.8 | 42.1 | 20.0 | 41.2 | 20.9 | 42.5 | 20.7 | 42.9 | 20.4 |

TABLEAU-V

ETUDE LIMITE LIQUIDE & PLASTIQUE-2

| METHODES | PILON CAOUTCHOUC | | PILON ACIER | | PILON ACIER & BROYAGEalaMAIN | | PILON ACIER & BROYEUR BICO | | PILON ACIER & HACHE VIANDE | |
|--------------------|------------------|------|-------------|------|------------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|------|
| | LL | IP | LL | IP | LL | IP | LL | IP | LL | IP |
| A SOL HUMIDE | 32.9 | 13.9 | 32.4 | 14.4 | 33.3 | 12.3 | 32.7 | 13.3 | 33.1 | 13.4 |
| A SOL SEC | 35.0 | 13.9 | 33.9 | 13.3 | 34.3 | 14.0 | 34.6 | 11.8 | 33.8 | 12.2 |
| B SOL HUMIDE | 33.0 | 15.2 | 31.9 | 13.3 | 32.6 | 13.2 | 33.2 | 13.8 | 31.8 | 13.2 |
| B SOL SEC | 32.4 | 13.3 | 31.0 | 11.6 | 32.3 | 13.2 | 32.4 | 13.8 | 31.4 | 13.0 |
| C SOL HUMIDE | 34.0 | 14.3 | 34.3 | 14.3 | 32.7 | 14.3 | 34.1 | 12.7 | 33.6 | 14.7 |
| C SOL SEC | 32.8 | 12.8 | 32.9 | 14.9 | 33.2 | 14.0 | 33.4 | 12.4 | 33.9 | 13.6 |
| D SOL HUMIDE | 31.9 | 13.8 | 31.8 | 14.3 | 33.1 | 15.7 | 33.2 | 15.2 | 31.9 | 13.0 |
| D SOL SEC | 32.1 | 13.2 | 32.1 | 13.3 | 32.6 | 13.4 | 34.1 | 15.1 | 32.7 | 13.4 |
| E SOL HUMIDE | 33.2 | 14.6 | 32.6 | 14.4 | 33.3 | 14.3 | 33.3 | 14.8 | 32.8 | 13.5 |
| E SOL SEC | 32.1 | 10.8 | 31.9 | 12.1 | 32.3 | 10.9 | 33.1 | 13.1 | 33.4 | 14.1 |
| MOYENNE SOL HUMIDE | 33.0 | 14.3 | 32.6 | 14.1 | 33.0 | 13.9 | 33.3 | 13.9 | 32.6 | 13.5 |
| MOYENNE SOL SEC | 32.8 | 12.8 | 32.3 | 13.0 | 32.9 | 13.1 | 33.5 | 13.2 | 33.0 | 13.2 |

T ABLEAU-V

ETUDE LIMITE LIQUIDE & PLASTIQUE-3

| METHODES | PILON CAOUTCHOUC | | PILON ACIER | | PILON ACIER & BROYAGE a la MAIN | | PILON ACIER & BROYEUR BICO | | PILON ACIER & HACHE VIANDE | |
|-----------------------|---------------------|------|----------------|------|------------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|
| | LL | IP | LL | IP | LL | IP | LL | IP | LL | IP |
| A SOL HUMIDE | 34.3 | 13.2 | 31.7 | 10.4 | 30.0 | 10.0 | 33.5 | 9.9 | 33.2 | 16.3 |
| SOL SEC | 35.2 | 13.4 | 33.4 | 11.5 | 30.6 | 10.0 | 34.0 | 11.1 | 33.5 | 16.6 |
| B SOL HUMIDE | 34.0 | 9.9 | 33.0 | 12.6 | 33.3 | 10.8 | 35.7 | 9.6 | 33.9 | 16.6 |
| SOL SEC | 35.0 | 11.0 | 33.5 | 9.9 | 35.0 | 11.7 | 37.4 | 13.3 | 33.1 | 15.6 |
| C SOL HUMIDE | 34.0 | 12.1 | 34.7 | 8.3 | 34.8 | 12.2 | 33.2 | 11.7 | 34.2 | 14.6 |
| SOL SEC | 34.3 | 12.4 | 32.8 | 9.8 | 33.5 | 9.5 | 32.2 | 10.7 | 33.8 | 16.3 |
| D SOL HUMIDE | 32.3 | 10.5 | 31.9 | 11.1 | 33.2 | 11.5 | 31.9 | 10.7 | 34.9 | 15.7 |
| SOL SEC | 34.3 | 12.5 | 34.4 | 13.6 | 35.0 | 11.4 | 34.5 | 11.7 | 32.7 | 15.3 |
| E SOL HUMIDE | 32.6 | 16.6 | 32.7 | 14.3 | 32.7 | 10.8 | 32.4 | 12.1 | 32.5 | 14.8 |
| SOL SEC | 32.6 | 8.9 | 34.1 | 9.6 | 32.4 | 11.3 | 32.5 | 11.3 | 33.3 | 15.5 |
| MOYENNE SOL HUMIDE | 33.4 | 12.5 | 32.8 | 11.3 | 32.8 | 11.1 | 33.3 | 10.8 | 33.7 | 15.6 |
| MOYENNE SOL SEC | 34.3 | 11.6 | 33.6 | 10.8 | 33.3 | 10.8 | 34.1 | 11.6 | 33.3 | 15.9 |

TABLEAU-VI

GRANULOMETRIE PARTICELLE SEDIMENTATION CLASSIFICATIONS - 1-2-3

| MATERIEL NO: | PILON CAOUTCHOUC | PILON ACIER | PILON ACIER ET BROYAGE A LA MAIN | PILON ACIER ET BROYEUR BICO | PILON ACIER ET HACHE VIANDE |
|---|---|---|--|--|---|
| | MOYENNE | MOYENNE | MOYENNE | MOYENNE | MOYENNE |
| 1- 4 10 40 200 .005 .002 .001 eno unif. HRB | 98.8 97.1 88.7 81.3 51.4 38.2 31.8 Argile CL A-7-6 | 97.8 96.6 91.5 80.7 52.0 45.1 32.1 Argile CL A-7-6 | 91.9 90.7 87.9 75.8 45.6 34.2 27.9 Argile CL A-7-6 | 95.6 94.4 90.2 80.3 51.5 39.8 30.8 Argile CL A-7-6 | 100.0 100.0 94.1 84.9 52.5 40.5 32.8 Argile CL A-7-6 |
| 2- 4 10 40 200 .005 .002 .001 eno unif. HRB | 100.0 100.0 100.0 99.0 48.5 32.5 20.7 Arg. lim. CL A-6 | 100.0 100.0 100.0 98.8 50.8 35.1 25.4 Argile CL A-6 | 100.0 100.0 100.0 98.9 49.9 33.9 22.7 Argile CL A-6 | 100.0 100.0 100.0 98.9 50.9 34.7 25.2 Argile CL A-6 | 100.0 100.0 100.0 99.1 51.5 35.1 26.4 Argile CL A-6 |
| 3- 4 10 40 200 .005 .002 .001 eno unif. HRB | 100.0 100.0 100.0 99.7 26.3 18.5 13.8 marne lim. arg. CL A-6 | 100.0 100.0 100.0 99.7 29.0 20.2 15.2 marne lim. arg. CL A-6 | 100.0 100.0 100.0 99.5 32.1 22.5 17.7 Argile limoneuse CL A-6 | 100.0 100.0 100.0 99.6 31.0 21.0 15.3 Argile limoneuse CL A-6 | 100.0 100.0 99.6 98.9 56.4 38.6 26.4 Argile CL A-6 |

TABLEAU-VII

| SOL HUMIDE NON SECHE | | SOL SECHE PUIS MOUILLE 24 HRES | |
|-------------------------|------|-----------------------------------|------|
| LL | LP | LL | LP |
| 57.1 | 32.6 | 50.4 | 20.3 |
| 58.7 | 30.5 | 49.2 | 18.9 |
| 56.6 | 30.3 | 49.1 | 20.7 |
| 70.9 | 41.7 | 52.4 | 23.0 |
| 46.1 | 18.0 | 43.3 | 10.0 |
| 45.8 | 17.6 | 40.0 | 13.0 |
| 21.3 | 5.2 | 24.5 | 7.8 |

Note: A remarquer que les sols ayant servi ne sont pas tous de la même provenance.

TABLEAU-VIII

| PROCEDURES | TEMPS MOYEN POUR L'ECHANTILLON EN MIN. | %PROCEDURE - ASTM | % ECONOMIE DE TEMPS EN MINUTES |
|------------------------------------|---|-------------------|-----------------------------------|
| PILON CACOUTCHOUC | 180 | 100% | |
| PILON ACIER | 15 | 8.3% | 165 |
| PILON ACIER & BROYAGE A LA MAIN | 30 | 16.6% | 150 |
| PILON ACIER & BROYEUR BICO | 10 | 5.5% | 170 |
| PILON ACIER & HACHE VIANDE | 20 | 11.1% | 160 |

Note: Les temps sont pour des quantités deux fois plus élevées que le minimum prescrit dans l'A.S.T.M.



MINISTERE DES TRANSPORTS



QTR A 102 139