

Sols : Reconnaissance et essais

## Détermination de la masse volumique d'un matériau en place

Partie 2 : Méthode au densitomètre à membrane

- E : Soils : investigation and testing — Determination of density of materials on site — Part 2 : Membrane densitometer method  
D : Baugrund : Erkundung und Prüfung — Bestimmung der volumenbezogenen Dichte von Baustoffen vor Ort — Teil 2 : Verfahren mit Gummiblasendichtemesser

### *Norme française homologuée*

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 mars 1996 pour prendre effet le 20 avril 1996.

### *Correspondance*

À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

### *Analyse*

Le présent document définit une méthode d'essai pour la détermination ponctuelle de la masse volumique d'un matériau en place. Il s'agit pour cette partie 2 de la norme NF P 94-061 de la méthode au densitomètre à membrane.

### *Descripteurs*

**Thésaurus International Technique** : sol, matériau, essai, essai en place, mesurage, mesurage de densité, masse volumique apparente, densitomètre.

### *Modifications*

### *Corrections*



## **Membres de la commission de normalisation**

Président : M BOLLE

Secrétariat : M J.P. JOUBERT — BNSR

M	ABDO	SYNDICAT NATIONAL DES FABRICANTS DE CIMENTS ET CHAUX
M	BERRAUD	BOUYGUES
M	BETOUX	RAZEL
M	BOLLE	
M	GIRAUD	EDF — TEGG
M	IRASTORZA	USIRF
MME	LEROY	SERVICE TECHNIQUE VILLE DE PARIS
M	MANOJLOVIC	CEMAGREF
M	MICHAUT	COLAS
M	MUDET	SNCF
M	PUECH	SCETAURROUTE
M	RINCENT	RINCENT BTP SERVICES
M	SAINTON	BEUGNET
M	SCHAEFFNER	LCPC
MLLE	SIGAL	BEC FRERES
M	SMERECKI	AFNOR
M	VOGELI	DTP TERRASSEMENT

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	4
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	4
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	4
<b>3</b> <b>Définitions et symboles</b> .....	4
<b>4</b> <b>Principe de l'essai</b> .....	5
<b>5</b> <b>Appareillage</b> .....	5
5.1    Sur le terrain .....	5
5.2    En laboratoire .....	6
<b>6</b> <b>Méthode d'essais</b> .....	7
6.1    Préparation de l'appareil .....	7
6.2    Réalisation de l'essai .....	7
6.2.1  Mesure du volume initial ( $V_0$ ) .....	7
6.2.2  Creusement de la cavité et détermination de la masse humide ( $m_h$ ) .....	7
6.2.3  Détermination du volume total ( $V_t$ ) .....	7
<b>7</b> <b>Expression des résultats</b> .....	8
<b>8</b> <b>Procès-verbal d'essai</b> .....	8

## Avant-propos

Le présent document fait partie d'une série de normes destinées à codifier les principales méthodes existant pour déterminer la masse volumique d'un matériau en place.

Cette série est constituée par les normes :

- NF P 94-061-1 Sols : Reconnaissance et essais — Détermination de la masse volumique d'un matériau en place — Partie 1 : Méthode au gammadensimètre à pointe.
- NF P 94-061-2 Sols : Reconnaissance et essais — Détermination de la masse volumique d'un matériau en place — Partie 2 : Méthode au densitomètre à membrane.
- NF P 94-061-3 Sols : Reconnaissance et essais — Détermination de la masse volumique d'un matériau en place — Partie 3 : Méthode au sable.

## 1 Domaine d'application

Le présent document a pour objet de définir une méthode d'essai pour la détermination ponctuelle de la masse volumique d'un matériau en place.

Cet essai ne s'applique pas lorsque le volume de la cavité de mesure peut varier durant l'essai (sable lâche, argile très humide,...).

Cet essai est plus particulièrement destiné aux matériaux dont  $D_{\max}$  est inférieur à 50 mm.

## 2 Références normatives

Ce document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

- NF P 94-049-1 Sols : Reconnaissance et essais — Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux — Partie 1 : Méthode de la dessiccation au four à micro-ondes.
- NF P 94-049-2 Sols : Reconnaissance et essais — Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux — Partie 2 : Méthode à la plaque chauffante ou panneaux rayonnants.
- NF P 94-050 Sols : Reconnaissance et essais — Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux — Méthode par étuvage.

## 3 Définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

- $D_{\max}$  dimension maximale des plus gros éléments contenus dans le matériau, exprimée en millimètres (mm).
- $\rho_d$  masse volumique du matériau sec, exprimée en grammes par centimètre cube ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).
- $\rho_h$  masse volumique du matériau humide, exprimée en grammes par centimètre cube ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).
- $w$  teneur en eau, exprimée en pourcentage (%).
- $V_o$  volume initial lu sur le densitomètre avant excavation, exprimé en centimètres cubes ( $\text{cm}^3$ ).
- $V_t$  volume final lu sur le densitomètre après excavation, exprimé en centimètres cubes ( $\text{cm}^3$ ).

## 4 Principe de l'essai

L'essai consiste à creuser une cavité, à recueillir et peser la totalité du matériau extrait, puis à mesurer le volume de la cavité à l'aide d'un densitomètre à membrane. L'appareil est doté d'un piston qui, sous l'action de l'opérateur, refoule un volume d'eau dans une membrane souple étanche qui épouse la forme de la cavité. Une tige graduée permet de lire directement le volume (figure 1).

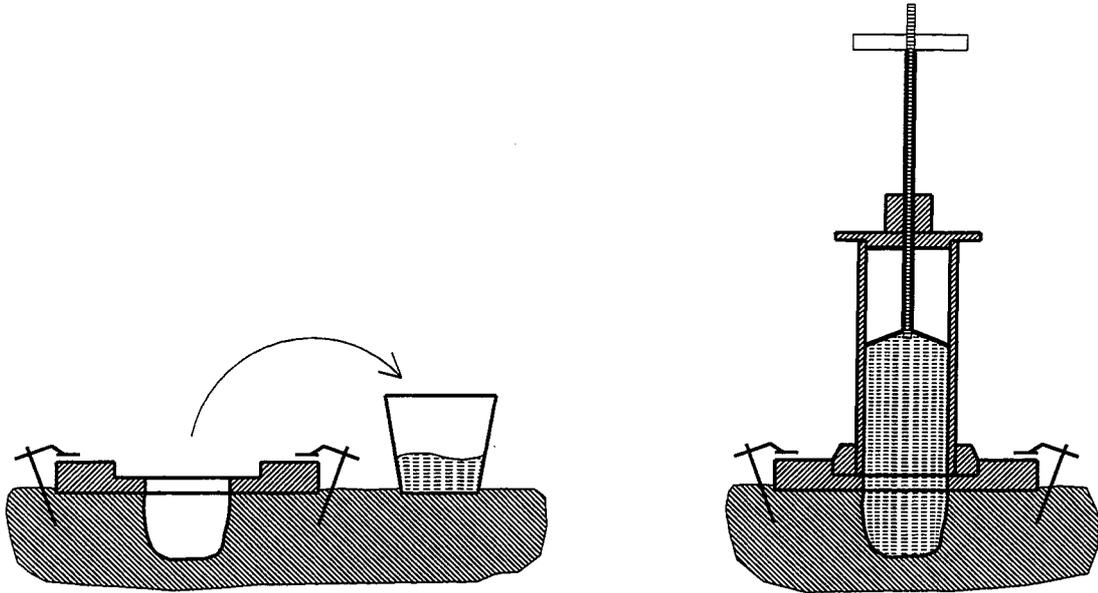


Figure 1 : Schéma de principe de l'essai

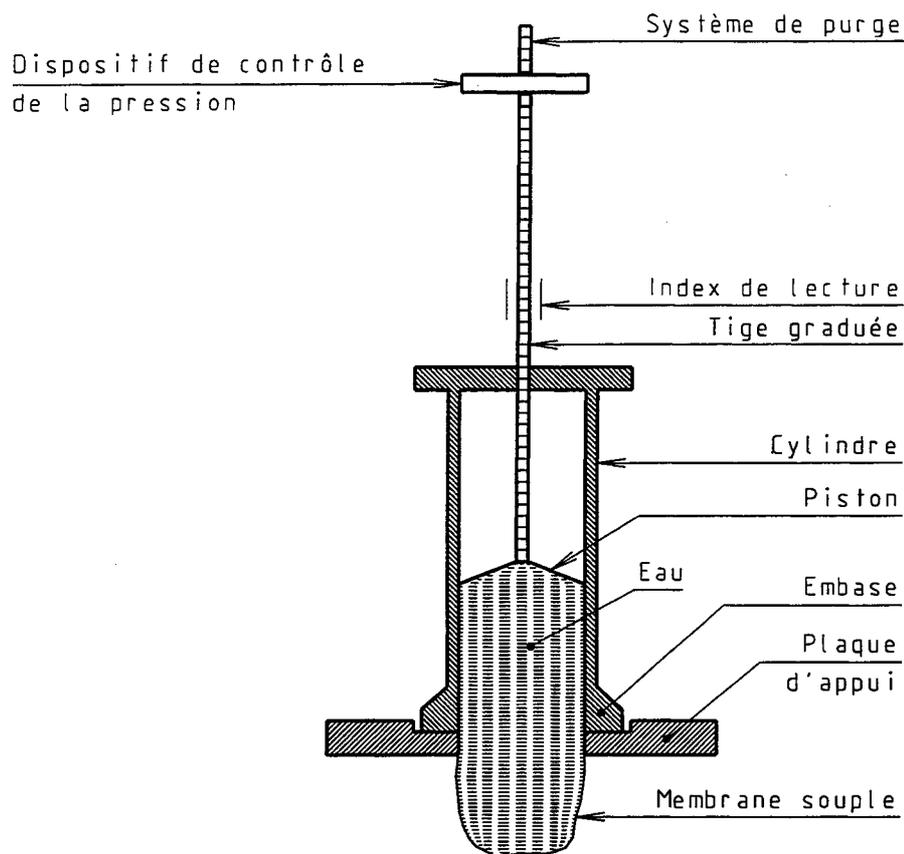
## 5 Appareillage

### 5.1 Sur le terrain (figure 2)

- un densitomètre à membrane. Le corps de l'appareil est composé :
  - d'un cylindre de volume minimal de  $3\,000\text{ cm}^3$ , doté d'une embase ; la taille de l'appareil doit être adaptée à la cavité réalisée ;
  - d'une membrane souple, étanche, amovible, en latex ou en matériau de propriétés équivalentes raccordée au cylindre, l'ensemble étant rempli d'eau ;
  - d'un piston muni d'une tige graduée équipée d'un index permettant la mesure du volume au centimètre cube ( $\text{cm}^3$ ), et d'une poignée ;
  - d'un piège à bulle généralement situé en haut de la tige graduée ;
  - d'un système de purge ;
  - d'un dispositif de contrôle de la pression appliquée ou d'un limiteur d'effort.

On choisit un densitomètre permettant de réaliser une cavité telle qu'elle est définie en 6.2.2 ;

- une plaque de base suffisamment rigide pour supporter sans déformation le poids de l'opérateur. Cette plaque est percée en son centre d'un orifice muni d'une collerette destinée à recevoir l'embase du corps de l'appareil ;
- une plaque de transport (protection de la membrane au cours du transport) ;
- quatre piquets d'ancrage au moins (valets) ;
- matériel de creusement (pelle, piochon, burin, couteau, marteau, etc.) ;
- matériel de prélèvement (sacs, main écope, feuille plastique, pinceau, etc.).



**Figure 2 : Appareillage**

## 5.2 En laboratoire

- balance précise au 1/1000 de la masse pesée ;
- matériel nécessaire à la mesure de la teneur en eau, prévu pour la norme correspondant à la méthode utilisée (NF P 94-049-1, NF P 94-049-2 ou NF P 94-050).

## 6 Méthode d'essais

### 6.1 Préparation de l'appareil

Fixer la membrane sur l'embase du cylindre.

Remplir l'appareil d'eau et s'assurer qu'aucune bulle d'air ne subsiste dans le cylindre.

Purger éventuellement selon le mode opératoire prescrit par le constructeur.

Vérifier l'étanchéité du dispositif.

### 6.2 Réalisation de l'essai

#### 6.2.1 Mesure du volume initial ( $V_0$ )

Préparer, par arasement, une surface plane sensiblement horizontale au moins égale à celle de la plaque d'appui.

Fixer la plaque d'appui avec les piquets d'ancrage (valets) ; en cas d'impossibilité, lester la plaque.

Solidariser l'appareil à la plaque d'appui.

Appuyer sur le piston jusqu'à obtention de la pression désirée (supérieure ou égale à 5 kPa).

Mesurer le volume  $V_0$  sur le système de lecture.

#### 6.2.2 Creusement de la cavité et détermination de la masse humide ( $m_h$ )

Pratiquer l'excavation du trou à travers l'orifice de la plaque. La profondeur doit être égale au diamètre de l'orifice à plus ou moins un demi-rayon. La forme de la cavité doit être régulière. On évitera les anfractuosités et les aspérités. On veillera à limiter la compression/décompression de la paroi sous l'action des outils.

Le volume minimal de la cavité est fonction du  $D_{\max}$  du matériau. Il doit être tel que la masse du matériau extrait soit supérieure à  $200 D_{\max}$  et jamais inférieure à 1 500 g. La taille de l'appareil doit être adaptée à la cavité réalisée.

Recueillir la totalité du matériau extrait de l'excavation, sans perte, et le mettre dans un sac hermétique. Peser le matériau humide ( $m_h$ ) et, si nécessaire, effectuer la mesure de sa teneur en eau ( $w$ ).

#### 6.2.3 Détermination du volume total ( $V_t$ )

Fixer à nouveau l'appareil sur la plaque d'appui.

Actionner le piston jusqu'à obtention de la pression désirée (la pression exercée par l'eau doit être égale ou supérieure à 5 kPa, mais ne doit pas déformer le matériau).

Mesurer le volume  $V_t$  sur le système de lecture.

NOTE : On vérifiera visuellement, pendant toutes les opérations décrites en 6.2, que la plaque ne s'est à aucun moment désolidarisée du sol (particulièrement lors des mesures de volumes).

## 7 Expression des résultats

La masse volumique du matériau humide est déterminée par la formule suivante :

$$\rho_h = \frac{m_h}{V_t - V_o}$$

$\rho_h$	g/cm <sup>3</sup>
$m_h$	g
$V_t$	cm <sup>3</sup>

La masse volumique du matériau sec s'obtient par la formule suivante :

$$\rho_d = \frac{\rho_h}{1 + w}$$

$\rho_h$	g/cm <sup>3</sup>
$m_h$	g
$w$	%

## 8 Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit contenir les informations suivantes :

- la référence au présent document, NF P 94-061-2 ;
- l'identification de l'affaire ou du chantier ;
- le nom de l'organisme qui a effectué l'essai ;
- la date de l'essai ;
- la situation de l'essai ;
- la masse volumique du matériau ;
- éventuellement la teneur en eau et la masse volumique du matériau sec.