

Sols : reconnaissance et essais

Essai pressiométrique Ménard

Partie 2 : Essai avec cycle

E : Soil : investigation and testing — Menard pressuremeter test —
Part 2: Test with unload — Reload cycle

D : Boden : Erkundung und Prüfungen — Pressiometer Versuch nach Menard —
Teil 2: Versuch mit Berücksichtigung von Enlastungs-Wiederbelastungszyklen

Norme expérimentale

publiée par AFNOR en décembre 1999.

Les observations relatives à la présente norme expérimentale doivent être adressées à AFNOR avant le 31 décembre 2002.

Correspondance

À la date de publication du présent document il n'existe pas de norme ou de projet de norme européenne ou internationale sur le sujet.

Analyse

Le présent document concerne un essai de chargement de sol en place avec un cycle de déchargement-rechargement réalisé au moyen d'une sonde pressiométrique tricellulaire à pression contrôlée. Il définit les termes employés ainsi que les paramètres mesurés en spécifiant les caractéristiques de l'appareillage. Il fixe le mode opératoire de l'essai, fournit la méthode de calcul des différents paramètres et précise les résultats à présenter.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : sol, fondation, essai, essai en place, essai à la pression, essai cyclique, mode opératoire, calcul, résultats d'essai.

Modifications

Corrections



Membres de la commission de normalisation

Président : M PAREZ — LABORATOIRE REGIONAL DE L'EST PARISIEN — DREIF

Secrétariat : M BIGOT

| | | |
|-----|-----------|--|
| M | AMAR | LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES |
| M | BARNOUD | UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE |
| M | BLONDEAU | COMITE PROFESSIONNEL DE LA PREVENTION ET DU CONTROLE TECHNIQUE |
| M | CASSAN | FONDASOL |
| M | CHAILLOT | SNCF — DIRECTION DE L'EQUIPEMENT |
| M | DORÉ | MECASOL |
| MME | FERNANDEZ | AFNOR |
| M | GONIN | SIMECSOL |
| M | LEGENDRE | SONDAGE, FORAGE ET FONDATIONS SPECIALES — SYNDICAT NATIONAL DES ENTREPRENEURS |
| M | MALATERRE | EDF — TEGG — DGG |
| M | PAREZ | SOL — ESSAIS |
| M | RINCENT | RINCENT BTP SERVICES |
| M | ZERHOUNI | SOPENA |

À participé en tant qu'expert :

| | | |
|---|--------|--|
| M | CANÉPA | DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT DE L'ILE DE FRANCE — LABORATOIRE REGIONAL DE L'EST PARISIEN |
|---|--------|--|

Sommaire

| | Page |
|--|------|
| Avant-propos | 4 |
| 1 Domaine d'application | 4 |
| 2 Références normatives | 4 |
| 3 Définition — Terminologie — Symboles | 4 |
| 3.1 Terminologie — Symboles | 4 |
| 3.2 Programme de chargement de l'essai pressiométrique avec un cycle | 5 |
| 3.3 Module pressiométrique Ménard de rechargement E_R | 6 |
| 4 Appareillage | 6 |
| 5 Mode opératoire | 6 |
| 5.1 Déchargement lors du cycle | 7 |
| 5.2 Mesures | 7 |
| 6 Expression des résultats | 7 |
| 7 Procès-verbal d'essai pressiométrique Ménard avec un cycle | 8 |
| 7.1 Traçabilité de l'essai | 8 |
| 7.2 Feuille d'essai pressiométrique avec cycle établie après traitement des mesures | 8 |
| 8 Procès-verbal de sondage pressiométrique | 8 |

Avant-propos

L'essai pressiométrique Ménard fait l'objet d'une norme en parties :

- la partie 1 : NF P 94-110-1 est le document de base de l'essai effectué sans cycle ;
- la partie 2 : XP P 94-110-2 traite de l'essai avec une phase de déchargement puis de rechargement.

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique à l'essai pressiométrique Ménard avec un cycle réalisé dans les mêmes conditions que l'essai pressiométrique Ménard, objet de la norme NF P 94-110-1.

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 94-110-1, *Sols : Reconnaissance et essais — Essai pressiométrique Ménard — Essai sans cycle.*

3 Définition — Terminologie — Symboles

Pour les besoins du présent document, la définition suivante s'applique en complément de celles de la norme NF P 94-110-1 :

essai pressiométrique Ménard avec un cycle : Essai pressiométrique Ménard dans lequel est inclus une phase de déchargement puis de rechargement.

3.1 Terminologie — Symboles

Ce document adopte les notations de la norme NF P 94-110-1 et fournit les notations complémentaires utilisées pour cet essai.

- p_f est la pression affichée par l'indicateur de pression de la cellule centrale de la sonde pressiométrique, avant corrections ;
- p_{r1} est la pression affichée par l'indicateur de pression de la cellule centrale de la sonde pressiométrique, correspondant à l'origine de la plage pressiométrique, voir NF P 94-110-1 ;
- p_{r2} est la pression affichée par l'indicateur de pression de la cellule centrale de la sonde pressiométrique, correspondant à l'extrémité de la plage pressiométrique, voir NF P 94-110-1 ;
- p_{r3} est la pression affichée par l'indicateur de pression de la cellule centrale de la sonde pressiométrique à la fin du déchargement ;
- p_{r4} est la pression affichée par l'indicateur de pression de la cellule centrale de la sonde pressiométrique correspondant à l'extrémité de la plage pressiométrique de rechargement ;
- p_{rD} est la pression affichée par l'indicateur de pression de la cellule centrale de la sonde pressiométrique au début de la phase de déchargement ;
- p_{rR} est la pression affichée par l'indicateur de pression de la cellule centrale de la sonde pressiométrique à la fin de la phase de rechargement ;

- E_R est le module pressiométrique Ménard de rechargement ;
- V_r est le volume, avant corrections, injecté dans la cellule centrale de la sonde pressiométrique ;
- V_{r3} est le volume, avant corrections, injecté dans la cellule centrale de la sonde pressiométrique, correspondant à la pression p_{r3} ;
- V_{r4} est le volume, avant corrections, injecté dans la cellule centrale, correspondant à la pression p_{r4} .

3.2 Programme de chargement de l'essai pressiométrique avec un cycle

Le programme de l'essai comprend (voir Figure 1) :

- un chargement par palier conforme à la norme NF P 94-110-1 jusqu'au palier de pression p_{rD} (lettre D sur les Figures 1 et 2) ;
- un déchargement partiel effectué depuis la fin du palier p_{rD} jusqu'à la pression p_{r3} (lettre G, repère 3 sur les Figures 1 et 2) ;
- un rechargement par palier selon le mode opératoire de la norme NF P 94-110-1 (lettres G (repère 3), repère 4, R et C sur les Figures 1 et 2).

La courbe pressiométrique type avec cycle est représentée sur la Figure 2.

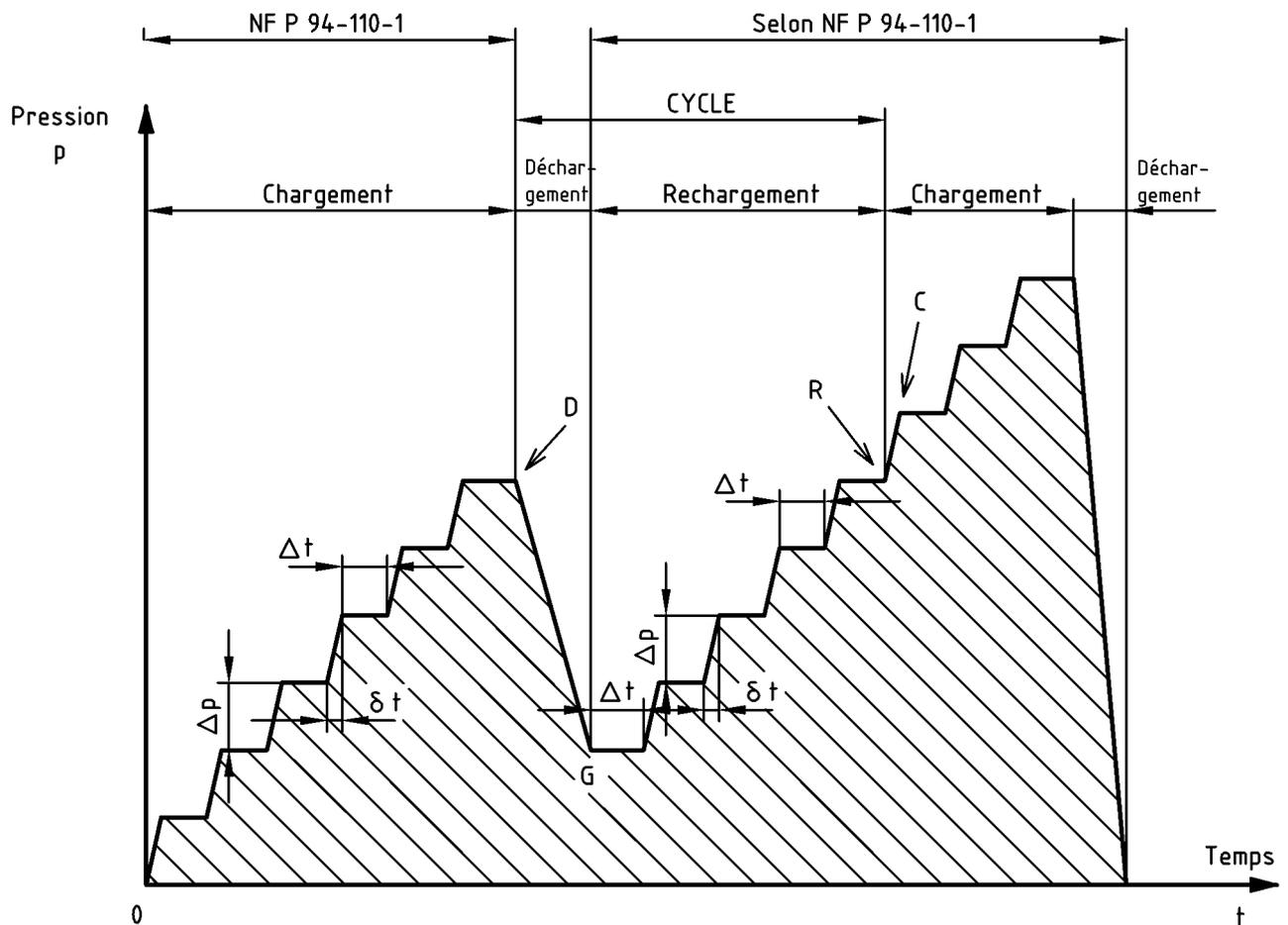
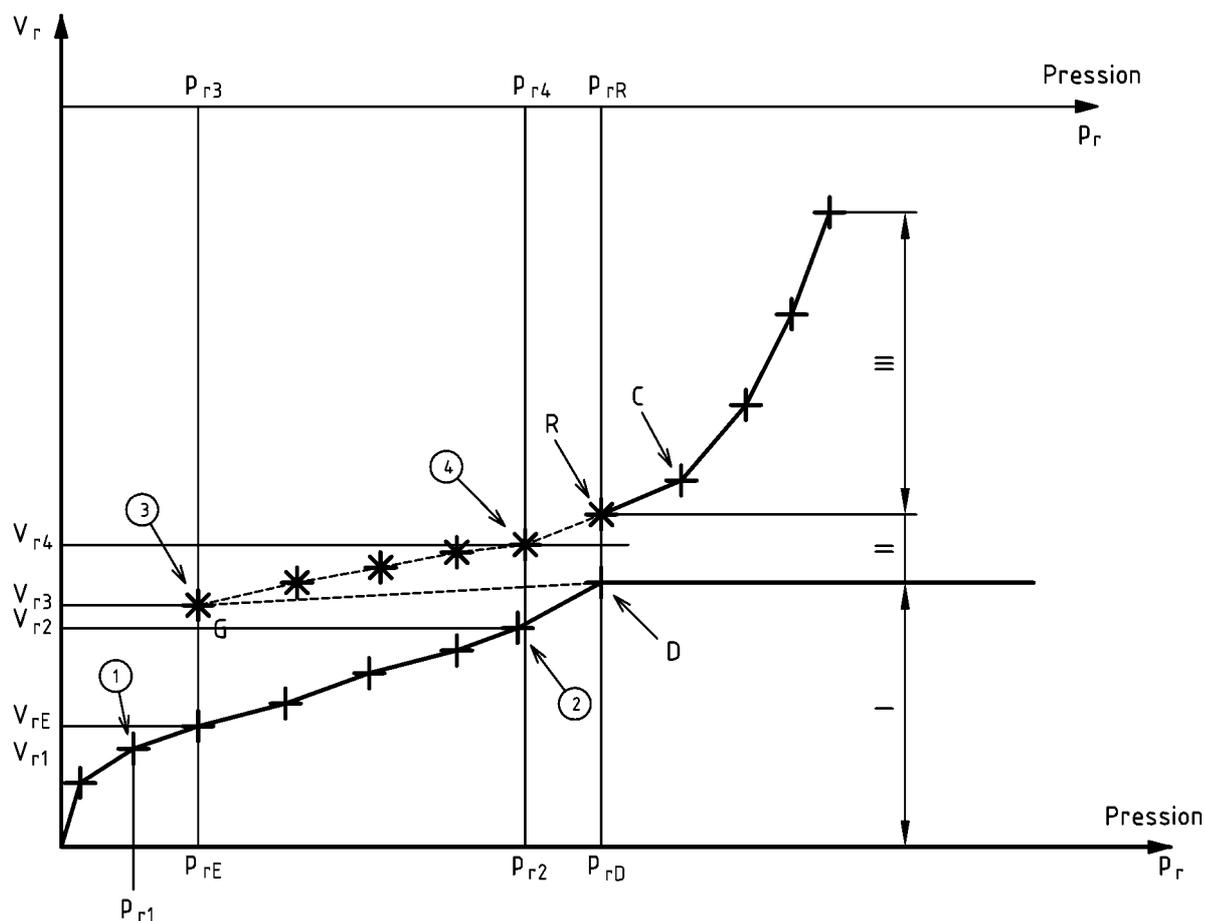


Figure 1 — Déroulement de l'essai pressiométrique Ménard avec cycle



Légende

- I : Essai selon NF P 94-110-1
- II : Essai selon XP P 94-110-2
- III : Essai selon NF P 94-110-1

Figure 2 — Courbe pressiométrique brute avec un cycle — Exemple

3.3 Module pressiométrique Ménard de rechargement E_R

Le module pressiométrique de rechargement E_R est le module de déformation calculé sur le segment délimité par les repères 3 et 4 de la Figure 2 correspondant à la phase de rechargement du cycle effectué.

4 Appareillage

L'ensemble de l'appareillage est celui décrit dans la norme NF P 94-110-1. Il doit permettre d'imposer une pression différente en cours d'essai dans le circuit relié aux cellules de garde et celui relié à la cellule centrale de la sonde pressiométrique (voir paragraphe B.4.3 de NF P 94-110-1).

5 Mode opératoire

Sauf pendant la phase «déchargement» du cycle, le mode opératoire suivi est celui décrit dans la norme NF P 94-110-1.

5.1 Déchargement lors du cycle

- a) À la fin du palier de pression p_{rD} , décharger sans palier jusqu'à la pression p_{r3} voisine, après corrections, de la pression p_E (voir NF P 94-110-1 — paragraphe D.2.1).

La pression de début du déchargement p_{rD} est celle qui suit le palier (p_{r2}) correspondant à l'extrémité de la plage pressiométrique. La pression p_{r2} est la pression détectée, en cours d'essai, par l'opérateur, à partir de la règle empirique suivante (les incréments entre les paliers de pression étant constants) : le volume injecté dans la cellule centrale de la sonde pressiométrique au cours du dernier palier, est supérieur à 1,25 fois le volume le plus faible injecté au cours des paliers précédents.

Le déchargement de la pression p_{rD} à la pression p_{r3} s'effectue en au moins une minute. Dans le cas d'une sonde à cellules emboîtées type G, il faut s'assurer que la pression p_k dans la cellule de garde est toujours inférieure à celle de la cellule centrale p_s avec les notations du paragraphe B.4.3 de la norme NF P 94-110-1.

$$p_k \leq p_s = p_r + p_h - 2p_m$$

Avant de réduire la pression p_{rD} appliquée sur le liquide introduit dans le tube relié à la cellule centrale de la sonde pressiométrique il faut commencer par diminuer la pression p_g du gaz introduit dans le tube relié aux cellules de garde.

Pratiquement, tout en maintenant la pression p_{rD} sur le liquide, diminuer la pression p_g de telle sorte qu'à la fin du déchargement : $p_{k3} \leq p_{r3} + p_h - 2p_m$ avec les notations du paragraphe B.4.3 de la norme NF P 94-110-1.

- b) Maintenir la pression au palier p_{r3} pendant 1 min.
- c) Augmenter la pression à partir du palier p_{r3} , avec des paliers de même amplitude que ceux adoptés avant la phase de déchargement.

L'essai est poursuivi conformément à la norme NF P 94-110-1 à partir de cette pression p_{r3} (lettre G sur la Figure 2).

5.2 Mesures

À chaque palier de pression (y compris p_{r3}) les mesures sont faites conformément à la norme NF P 94-110-1.

6 Expression des résultats

Le dépouillement de l'essai consiste à exploiter deux séries de mesures :

- a) Corriger toutes les mesures conformément à l'annexe D de la norme NF P 94-110-1.
- b) Séparer les mesures en deux séries :
- toutes les mesures, excepté celles qui correspondent aux paliers de pression p_{r3} inclus à p_{r4} inclus, sont exploitées comme celles d'un essai pressiométrique conforme à la norme NF P 94-110-1.
 - les mesures corrigées correspondant à la phase repérée par les lettres G-R (voir Figure 2) servent à calculer le module pressiométrique Ménard de rechargement E_R selon la formule suivante :

$$E_R = 2(1 + \nu) \left[V_s + 0,5 (V_3 + V_4) \right] (p_4 - p_3) / (V_4 - V_3)$$

où :

- ν est le coefficient de Poisson pris conventionnellement égal à 0,33 ;
- V_s est le volume de la cellule centrale de la sonde pressiométrique déterminée selon l'annexe B.4.2 de la norme NF P 94-110-1 ;
- p_4, V_4 sont les valeurs de la pression et du volume corrigées selon l'annexe D de la norme NF P 94-110-1 des pression et volume p_{r4}, V_{r4} ;
- p_3, V_3 sont les valeurs de la pression et du volume corrigées selon l'annexe D de la norme NF P 94-110-1, des pression et volume p_{r3}, V_{r3} .

Le module E_R est exprimé en mégapascals.

7 Procès-verbal d'essai pressiométrique Ménard avec un cycle

7.1 Traçabilité de l'essai

Les modalités et les éléments permettant la traçabilité de l'essai sont identiques à ceux décrits dans la NF P 94-110-1.

7.2 Feuille d'essai pressiométrique avec cycle établie après traitement des mesures

En plus de toutes les indications minimales figurant à l'article 8 de la norme NF P 94-110-1, la feuille d'essai doit comporter :

- la référence à la présente norme XP P 94-110-2 ;
- le tableau des lectures de la pression et du volume au moins aux temps, $t = 1$ s, $t = 15$ s ; 30 s ; 60 s, au cours de la phase de déchargement du cycle.

8 Procès-verbal de sondage pressiométrique

En plus des exigences figurant à l'article 9 de la norme NF P 94-110-1, le document doit comporter :

- la référence au présent document XP P 94-110-2 ;
- les procès-verbaux des essais pressiométriques avec cycle ;
- les fichiers informatiques correspondant au cycle ;
- les valeurs du module pressiométrique Ménard de rechargement E_R en fonction de la profondeur.