



MANUEL D'INSTRUCTIONS

PIÉZOMÈTRE PNEUMATIQUE

MODÈLE FPC-2

© Roctest Limitée, 2003. Tous droits réservés.

L'installation et l'utilisation de ce produit peuvent parfois s'avérer dangereuses ; elles doivent être faites par du personnel qualifié seulement. Les instructions contenues dans ce manuel sont fournies à titre indicatif et sont sous réserve de modifications. La Société n'assume aucune responsabilité quant au dommage qui pourrait résulter de l'installation ou de l'utilisation de ce produit.

Tel. : 1.450.465.1113 • 1.877.ROCTEST (Canada, USA) • 33 (1) 64.06.40.80 (Europe) • www.roctest.com • www.telemac.com

TABLE DES MATIÈRES

1	DESCRIPTION.....	1
1.1	PRINCIPE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES	1
2	CARACTÉRISTIQUES	2
3	MISE EN PLACE DU PIÉZOMÈTRE FPC-2	2
3.1	SATURATION DU PIÉZOMÈTRE	3
3.2	INSTALLATION DANS LES REMBLAIS	3
3.2.1	<i>Argile compacte</i>	3
3.2.2	<i>matériaux granulaires</i>	4
3.2.3	<i>installation dans les forages</i>	4
3.3	MISE EN PLACE DU PIÉZOMÈTRE FPC-2D	5
4	DIVERS	6
4.1	INSTRUCTION POUR MONTER LE RACCORD DU PIÉZOMÈTRE FPC-2 DANS UN MANCHON DE PROTECTION	6
4.2	BOÎTE DE JONCTION OPTIONNELLE	7
5	RÉFÉRENCES	8

1 DESCRIPTION

Le piézomètre pneumatique modèle FPC-2 a été conçu pour s'intégrer facilement dans les programmes d'instrumentation destinés à l'étude des problèmes géotechniques rencontrés en génie civil.

La conception du piézomètre et de ses accessoires combinées à l'utilisation de matériaux de haute qualité lors de sa fabrication font du FPC-2 un appareil particulièrement recommandé pour des installations où des mesures à long terme sont exigées.

Le système à simple diaphragme possède un très faible déplacement volumétrique réduisant ainsi le temps de réponse, et ce, même dans les argiles. Un filtre encastré empêche les particules fines de pénétrer à l'intérieur du piézomètre, accroissant ainsi sa longévité.

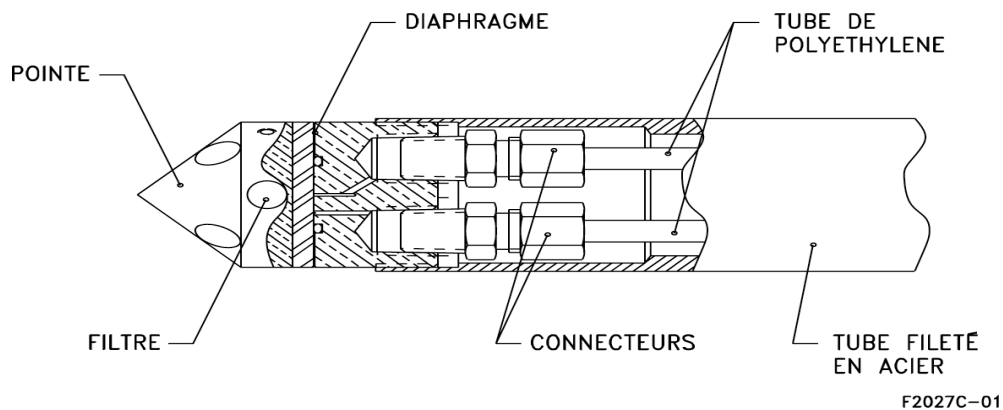


FIGURE 1 : Schéma du piézomètre pneumatique modèle FPC-2

1.1 PRINCIPE DE MESURE DES PRESSIONS INTERSTITIELLES

Pour que la mesure de la pression interstitielle soit bien représentative de celle existant dans le milieu où le capteur est installé, il est nécessaire que les points suivants soient respectés:

Le capteur ne doit pas nécessiter ou provoquer un déplacement du volume d'eau important lors de la mesure, ce qui augmente son temps de réponse. Le FPC-2 ayant un coefficient volumétrique très faible, son temps de réponse est négligeable si sa saturation est faite adéquatement.

Dans le cas d'installation en forage, les matériaux servant au remplissage du trou doivent être d'une perméabilité semblable ou plus faible que celle du terrain environnant pour éviter que le forage serve de drain ou permette des circulations d'eau entre différents niveaux.

2 CARACTÉRISTIQUES

Modèle:	FPC-2	FPC-2D	
Étendue de mesure (É.M.):	0-1000 kPa (standard)		
Précision:	0-3500 kPa (optionnel)		
Poste de lecture PR-20 :	±0.25% de l'É.M. du manomètre		
Poste de lecture PR-20D :	±0.25% de l'É.M. du manomètre numérique		
Déplacement volumétrique du diaphragme:	< 0.01 cm ³		
Matériaux de la sonde :	Laiton		
- En option :	Acier inoxydable		
Filtre :	Diamètre des pores	Coefficient d'entrée d'air	
Perméabilité			
Bronze, inox ou plastique:	50 mm	10 kPa	10-4 cm/s
Céramique:	0.6 mm	450 kPa	10-8 cm/s
Tubulure jumelée:	2 tubes de polyéthylène (dia. int.: 2.5 mm, dia. ext.: 4.7 mm) recouverts d'une gaine de P.V.C.		
En option:	2 tubes de nylon 11 (dia. int.: 3.2 mm, dia. ext.: 6.3 mm) recouverts d'une gaine de polyéthylène		
Dimensions du piézomètre:			
- Diamètre extérieur:	32 mm	32 mm	
- Longueur:	28 mm	52 mm	

3 MISE EN PLACE DU PIÉZOMÈTRE FPC-2

La mise en place doit être effectuée de façon à ce que l'environnement du point de mesure, doit dans le même état d'étanchéité qu'avant l'installation du piézomètre.

Vérifier à ce que le piézomètre soit bien raccordé à la double tubulure en nylon sous gaine de polyéthylène. L'aller correspondant au raccord "I" est raccordé à la tubulure blanche et le retour "O" à la tubulure noire. Pour les installations de très longue durée, il est recommandé de protéger les raccords avec un manchon rempli de polyuréthane.

Raccorder le capteur au poste de lecture de façon à pouvoir suivre l'évolution de la mesure pendant l'opération d'installation.

Pour une installation en forage, le diamètre minimum du trou est de 50 mm. Le capteur, muni de sa tubulure, est descendu jusqu'à 5 à 10 cm au-dessus du fond du forage. Mettre le matériau qui a été enlevé si celui-ci n'est pas cohérent ou du sable jusqu'à une hauteur d'environ 10 cm au-dessus du piézomètre. Vérifier le niveau et tasser à l'aide d'un pilon.

Le tubage doit être remonté immédiatement après chaque remplissage partiel d'une hauteur égale à celle de la couche de matériau rapporté.

Le matériau de remplissage final peut varier, mais il doit être plus imperméable que celui qui a été enlevé lors du creusement. Il est recommandé de faire un bouchon de billes de bentonite d'au moins 50 cm de hauteur. La réalisation de ce bouchon de Peltonite est indispensable dans le cas où le reste du forage serait rempli à l'aide d'un coulis d'injection. Pour éviter que la Peltonite ne se bloque à l'intérieur du tubage de forage, il est nécessaire de la mettre en place par petite quantité à la fois, de remonter le tubage au fur et à mesure du remplissage et de vérifier fréquemment le niveau du scellement à l'aide d'un pilon.

3.1 SATURATION DU PIÉZOMÈTRE

L'espace existant entre le diaphragme et la surface extérieure du filtre doit être complètement saturé avec un liquide exempt de bulle et ayant préférablement une faible tension superficielle. Pour obtenir un tel liquide, il suffit d'ajouter une goutte de savon liquide à un litre d'eau propre préférablement désaérée. La saturation du piézomètre doit être faite juste avant son installation ou sinon il doit être transporté sur le site, déjà monté avec sa tubulure et submergé dans un récipient rempli d'eau.

Pour saturer le FPC-2, une des deux méthodes suivantes peut être utilisée après que le piézomètre ait été raccordé à sa tubulure double si l'appareil n'a pas été livré monté en atelier.

Tenir le piézomètre avec le filtre vers le haut, incliné d'environ 45° et le plonger progressivement dans un grand récipient rempli d'eau tel que décrit précédemment. Faire varier lentement l'inclinaison du piézomètre jusqu'à ce qu'aucune bulle d'air ne remonte du filtre.

Tenir le piézomètre avec le filtre vers le haut, incliné de 5 à 10° environ et à l'aide d'une burette, mettre du liquide de saturation sur le filtre jusqu'à ce qu'aucune bulle d'air ne se forme. Ramener le filtre horizontalement et le recouvrir complètement de liquide.

Pour conserver la saturation, les piézomètres doivent être placés dans un récipient rempli d'eau.

3.2 INSTALLATION DANS LES REMBLAIS

3.2.1 ARGILE COMPACTE

Creuser une excavation d'environ 0.5 mètre de profondeur par 0.75 m sur 0.75 m de côté. Faire un trou dans la paroi de l'excavation. Le diamètre du trou devrait être légèrement plus petit que celui du piézomètre.

Pousser le piézomètre dans le trou de la paroi. Bien vérifier que le filtre du piézomètre est en contact direct avec le matériel hôte. Pour s'assurer d'une bonne continuité hydraulique avec le filtre à haut coefficient d'entrée d'air, appliquer sur le filtre une mince couche de matériel de remblai saturé.

Avant de remblayer, la tubulure doit être étendue avec le plus grand soin. Placer la tubulure dans l'excavation, en prenant soin de la déposer sur un lit d'argile tamisée et compactée à la main.

S'assurer que la tubulure ne se croise pas ou ne croise pas d'autres tubulures dans les environs.

Remblayer la tranchée avec de l'argile tamisée ne contenant aucune particule plus grosse que 2.5 mm. Le matériau de remblayage devrait avoir la même humidité et la même densité que le remblai environnant.

S'assurer que la tubulure est protégée des dommages potentiels pouvant être causés par des matériaux angulaires, de l'équipement de compactage ou l'étirement dû aux déformations subséquentes durant la construction du remblai.

3.2.2 MATÉRIAUX GRANULAIRES

Installer le piézomètre comme décrit ci-dessus dans une tranchée creusée à cet effet. Placer le piézomètre à l'intérieur de la tranchée, déposer le câble en formant des méandres et remblayer avec du matériel tamisé ayant la même teneur en eau et compacter jusqu'à obtention de la même densité que le matériau environnant. Dans les remblais en enrochement, il est nécessaire de placer un filtre de matériaux de granulométrie graduelle autour du piézomètre. Utiliser du sable fin propre autour de l'instrument et augmenter la grosseur des particules au fur et à mesure que le remblai procède vers le remblai en enrochement. Le sable placé dans la tranchée autour de l'instrument et de la tubulure devrait être de 0.5 mm à 2.5 mm de diamètre.

3.2.3 INSTALLATION DANS LES FORAGES

La méthode utilisée pour installer un piézomètre dans un forage dépend des conditions particulières dans lesquelles l'installation doit être effectuée. La méthode décrite ci-dessous s'applique à la plupart des applications. Les conditions artésiennes, la stabilité du forage, l'équipement de forage disponible et les matériaux scellant comptent parmi les facteurs qui ont une influence sur le choix de la méthode.

En forage tubé, le tubage est enfoncé environ 0.3 mètre plus bas que l'élévation prévue du piézomètre. Si le piézomètre doit mesurer la pression interstitielle à un point spécifique, il faudra enfoncer le tubage environ un mètre sous l'élévation du piézomètre pour permettre la mise en place au fond du trou d'un bouchon de bentonite en billes (Peltonite).

Après avoir enfoncé le tubage, laver jusqu'à ce que l'eau sortant du forage soit claire.

Si requis, former un bouchon de bentonite en billes sur une hauteur de 60 cm au fond du forage. Retirer le tubage de 15 centimètres. Déposer la bentonite par sections de 15 cm de hauteur jusqu'à ce que le niveau de la bentonite soit à environ 30 cm sous l'élévation requise du piézomètre. Retirer le tubage au fur et à mesure que la Peltonite est mise en place. Faire attention à ne pas boucher ou de permettre aux billes de Peltonite d'adhérer aux parois du tubage. Ainsi, il est nécessaire de s'assurer que le niveau de Peltonite est en tout temps sous l'extrémité du tubage et de laisser tomber lentement les billes de Peltonite pratiquement une à une dans le trou. En tentant de mettre en place les billes de Peltonite trop rapidement provoquera un blocage des billes dans le tubage ou le forage. Il sera alors extrêmement difficile de compléter le scellement. Il n'est pas nécessaire de compacter les billes de Peltonite.

Avant de mettre en place le sable, descendre un poids cylindrique dans le forage pour s'assurer que le forage est libre et si nécessaire, rincer le forage jusqu'à ce que le retour de l'eau soit propre.

De la même façon, placer 30 cm de sable fin et propre par couche de 15 cm sous le niveau de la pointe du piézomètre. Retirer le tubage au fur et à mesure du remplissage avec le sable. Descendre le piézomètre en place. Prendre les lectures initiales comme décrites auparavant. Relever le tubage de 15 cm et remplir avec du sable fin propre. Répéter jusqu'à ce que le sable et le tubage soient 30 cm au-dessus du piézomètre. Prendre une autre lecture du piézomètre.

Relever le tubage par incréments de 15 cm et remplir avec des billes de Peltonite jusqu'à ce qu'un minimum de 1.2 mètres de scellement soit formé. Durant la mise en place des billes de Peltonite, maintenir la tubulure tendue pour empêcher les billes de coller dans le tubage. Laisser tomber les billes une à la fois pour éviter d'obstruer le tubage. Si un seul piézomètre doit être installé dans le forage, remplir la partie supérieure du forage avec un mortier fait de ciment/bentonite au fur et à mesure que le tubage est retiré. Si plus d'un piézomètre doit être installé dans le forage, remplir le forage avec du matériel environnant ou un mélange sable/bentonite jusqu'à une hauteur de 1.3 mètres sous le niveau du deuxième piézomètre, puis placer un mètre de Peltonite. Ensuite, placer 30 cm de sable et le piézomètre. Continuer comme décrit ci-dessus.

Relever le tubage en évitant de le tourner. Une fois le tubage complètement enlevé, fermer le forage avec du mortier.

3.3 MISE EN PLACE DU PIÉZOMÈTRE FPC-2D

Le piézomètre FPC-2D est conçu pour être enfoncé en place à partir de la surface dans des matériaux meubles. Pour des installations à grande profondeur où le fonçage à partir de la surface est impossible, le piézomètre peut être enfoncé à partir du fond d'un forage pilote.

Le piézomètre FPC-2D est livré avec un raccord vissable d'un diamètre extérieur de 33.4 mm, soit légèrement supérieur à celui du piézomètre. Ce raccord a pour but d'assurer un bon contact avec le sol au-dessus du piézomètre. La longueur standard de ce raccord est de 60 cm. La tubulure est raccordée au piézomètre puis enfilée dans le raccord. Le raccord est ensuite vissé sur le piézomètre après avoir mis quelques gouttes d'un liquide de scellement pour tuyau pour assurer une bonne étanchéité.

La tige forme une étanchéité efficace au-dessus du piézomètre. Si d'autres tiges doivent être adaptées pour pousser le piézomètre en place, il est important que le diamètre des deux premiers mètres de tige soit plus grand que le diamètre extérieur du piézomètre.

La première étape consiste à étaler un nombre suffisant de tiges côte à côte en alternant un filetage mâle à côté d'un filetage femelle.

La tubulure du piézomètre est enfilée à travers les tiges en laissant une boucle d'environ 50 cm à plat sur le sol chaque fois que le câble sort d'une tige pour entrer dans la tige subséquente.

Laisser 7 à 8 mètres de câble libre étendu à l'extrémité de la première tige. Ceci (pour des longueurs de tige de 3 mètres) devrait laisser suffisamment de jeu pour permettre une manipulation facile des tiges lorsque vissées ensemble et poussées en place.

Pour saturer le piézomètre, la procédure la plus simple consiste à retirer la vis de saturation localisée près d'un des filtres en bronze latéraux et de maintenir une seringue remplie d'eau contre l'orifice de saturation. L'eau est ensuite injectée dans le piézomètre. Placer ensuite le piézomètre saturé dans un sac de plastique ou le laisser plongé dans l'eau pour remettre la vis de saturation (**ne pas visser la vis trop profondément**) et le maintenir ainsi jusqu'à ce qu'il soit enfoncé.

AVERTISSEMENT : NE PAS ENLEVER LES 4 VIS DE LA POINTE DU PIÉZOMÈTRE, CECI DÉMONTERRAIT ENTIÈREMENT LE PIÉZOMÈTRE ET RISQUERAIT D'ENDOMMAGER LES COMPOSANTES INTERNES.

Visser la première tige au piézomètre. Utiliser un produit scellant pour tuyau sur les filets afin de former une étanchéité permanente, empêchant ainsi l'eau d'entrer dans le train de tiges.

AVERTISSEMENT : AFIN D'ÉVITER D'EXCÉDER LES PRESSIONS LIMITES, CONNECTER LE PIÉZOMÈTRE À UN POSTE DE LECTURE ET LIRE DURANT L'ENFONCEMENT DU PIÉZOMÈTRE.

Foncer le piézomètre en surveillant l'évolution des pressions. Advenant que la pression dépasse la plage de pression d'utilisation, arrêter le fonçage et attendre que la pression se dissipe.

Dans les sols à salinité élevée, il est nécessaire d'utiliser un manchon en nylon entre le piézomètre et les tiges de poussées afin d'éviter la corrosion galvanique qui génère des gaz et cause une augmentation apparente de la pression interstitielle.

4 DIVERS

4.1 INSTRUCTION POUR MONTER LE RACCORD DU PIÉZOMÈTRE FPC-2 DANS UN MANCHON DE PROTECTION

- 1 Dégainer la tubulure jumelée sur une longueur d'environ 5 cm en prenant soin de ne pas entailler les deux tubulures à l'intérieur de la gaine noire.
- 2 Enfiler le manchon de PVC sur la tubulure jumelée.
- 3 Brancher la tubulure blanche sur "I" (Input) et la tubulure noire sur "O" (Output).
- 4 Placer le manchon de PVC sur le FPC-2 et mettre deux tours de ruban électrique sur le joint.
- 5 Préparer le mélange d'époxy de la façon suivante:
 - 4 volumes de partie A
 - 1 volume de partie B
- 6 Bien mélanger pendant 2 minutes et verser dans le manchon de PVC placé à la verticale. Laisser durcir pendant 24 heures.
- 7 Dégainer l'autre extrémité de la tubulure jumelée sur une longueur d'environ 15 cm.
- 8 Brancher le raccord rapide mâle sur la tubulure blanche.
- 9 Brancher le bouchon sur la tubulure noire. Ce bouchon doit être enlevé lors des lectures.

4.2 BOÎTE DE JONCTION OPTIONNELLE

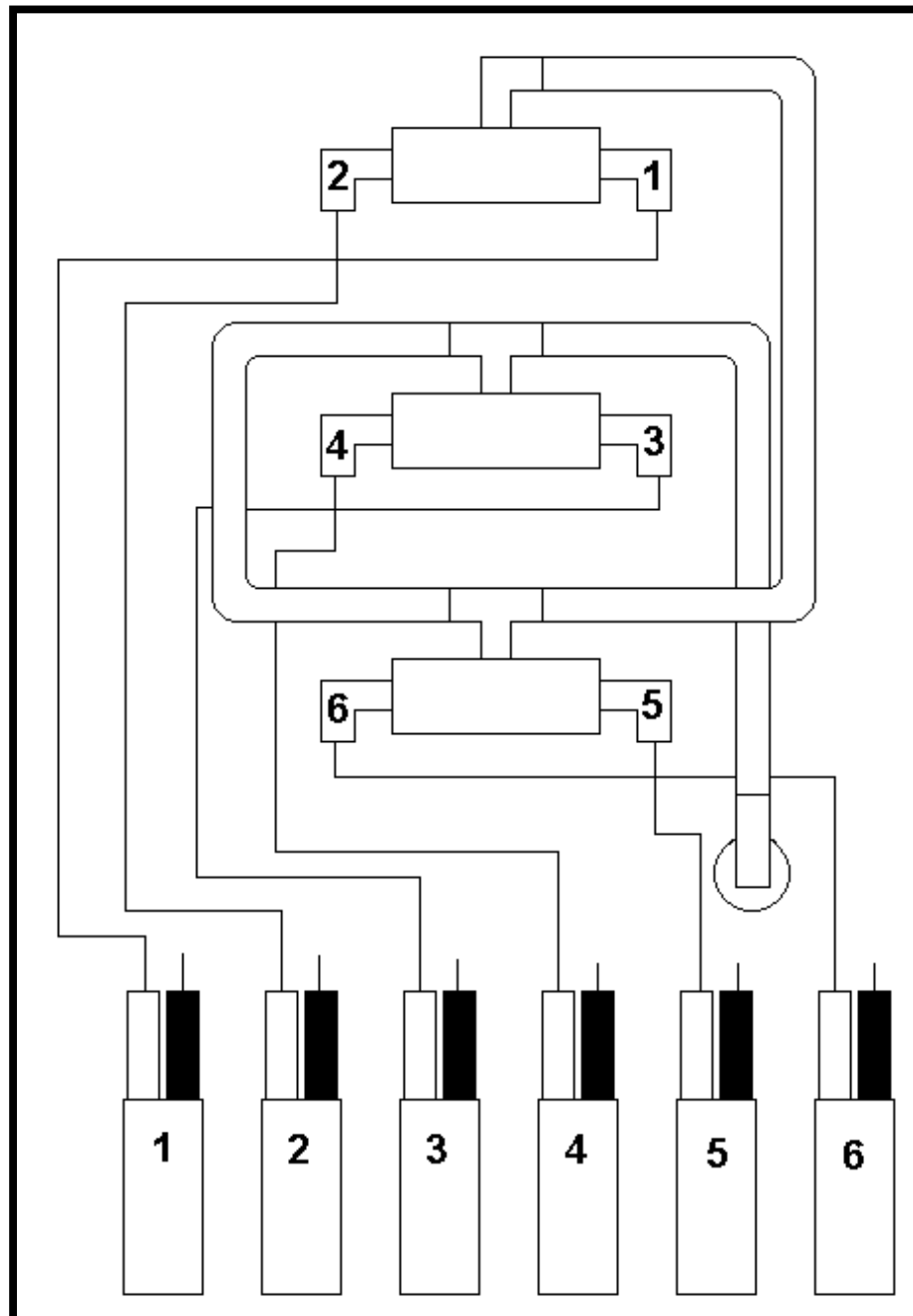


TABLEAU 1 : Schéma de branchement pour boîtier de communication de piézomètres FPC-2

1. Enlever les raccords rapides des tubulures blanches et les bouchons des tubulures noires.
2. Enlever la plaque de façade de la boîte de jonction en dévissant les vis aux quatre coins.
3. Raccorder les tubulures blanches aux ports correspondants des valves.
4. Laisser les tubulures noires ouvertes.
5. Refermer le boîtier.

5 RÉFÉRENCES

- A-1 Terzaghi, K and Peck, R. B.; "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley and Sons, Inc., 1967. (Article 68 of Chapter 12 provides a survey of tip types and recommendations on installation procedure.)
- A-2 U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation; "Earth Manual", U. S. Government Printing Office, Washington 1974. (Designations E-27 and E-28 in the Appendix give detailed guidance on piezometer installations in dam foundations.)
- A-3 Bishop, A. W., Vaughan, P. R., and Green, G. E. (1969); Report on specialty session, "Pore Measurements in the Field and in the Laboratory", Proc. 7th, Int. Conf. Soil Mech. and Found. Eng. 3, 427. (A review of recent practice and instrumentation, related principally to earth structures.)
- A-4 "Suggested Methods for Determining In-Situ Permeability, Groundwater Pressure and Flow"; Int. Soc. for Rock Mechanics, Committee on Field Tests (Draft report, 1974; Final report in course of preparation.)
- A-5 Hanna, T.H.; "Foundation Instrumentation", Trans. Tech. Publications, Ohio, USA, 1973. (Chapter 3 describes different types of piezometer tip, methods of installation, methods of recording and the protection of piezometer.)
- A-6 Clements, D. J., and A. C. Durney (1982); "Instrumentation Developments", Proceedings of the Autumn Conference on the British National Committee on Large Dams (BNCOLD) Keele University, Institution of Civil Engineers, London, pp. A5-55.
- A-7 General Electric (1976); Transient voltage suppression manual, G.E. Semiconductor Products Department, Syracuse, New York.
- A-8 Baker, C. (1978); "Surge Protection for Instrumentation", proceedings of the Temcon Conference, London. Available from Measurement Technology, Inc., 7541 Gary Road, Manassas, Virginia, 22110, U.S.A.
- A-9 Baker, C., (1980); "Protecting Electronic Circuits from Lightning and Transients". Available from Measurement Technology, Inc., 7541 Gary Road, Manassas, Virginia, 22110, U.S.A.
- A-10 Corps of Engineers (1984); "Publications Relating to Geotechnical Activities", USACE DAENECE-G, September 27th.