

NORME ISO  
INTERNATIONALE 22476-11

Première édition  
2017-04

---

---

**Reconnaissance et essais  
géotechniques — Essais en place —  
Partie 11:  
Essai au dilatomètre plat**

*Geotechnical investigation and testing — Field testing —*

*Part 11: Flat dilatometer test*  
**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 22476-11:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bd4259b8-8fbd-4747-82ec-73202f4a6b36/iso-22476-11-2017>



Numéro de référence  
ISO 22476-11:2017(F)

© ISO 2017

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 22476-11:2017  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bd4259b8-8fbd-4747-82ec-73202f4a6b36/iso-22476-11-2017>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2017

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes, définitions et symboles</b> .....	<b>1</b>
3.1 Termes et définitions.....	1
3.2 Symboles.....	4
<b>4 Matériel</b> .....	<b>4</b>
4.1 Matériel du dilatomètre.....	4
4.2 Dispositif de fonçage.....	6
<b>5 Mode opératoire d'essai</b> .....	<b>7</b>
5.1 Maintenance et contrôles.....	7
5.2 Procédure d'étalonnage de la membrane.....	8
5.3 Essai au dilatomètre plat.....	8
5.3.1 Opérations préalables à l'essai.....	8
5.3.2 Mode opératoire de l'essai de référence.....	8
5.3.3 Relevé de pression C.....	9
5.3.4 Opérations consécutives aux essais.....	9
5.4 Essai de dissipation au dilatomètre plat (DMTA).....	9
5.5 Essai de dissipation courte au dilatomètre plat (DMTA-s).....	10
5.6 Exigences de sécurité.....	10
<b>6 Résultats d'essai</b> .....	<b>10</b>
<b>7 Rapport</b> .....	<b>11</b>
7.1 Généralités.....	11
7.2 Rapport des résultats.....	11
7.2.1 Informations générales.....	11
7.2.2 Localisation du sondage.....	12
7.2.3 Appareillage d'essai.....	12
7.2.4 Mode opératoire de l'essai.....	13
7.2.5 Résultats de l'essai.....	13
7.3 Présentation des résultats.....	13
<b>Annexe A (informative) Exemples de formules d'interprétation</b> .....	<b>15</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>17</b>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

ISO 22476-11 a été élaboré par le comité technique CEN/TC 341, Reconnaissance et essais géotechniques, du Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 182, Géotechniques, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette première édition de l'ISO 22476-11 annule et remplace l'ISO/TS 22476-11:2005, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 22476 se trouve sur le site web de l'ISO.

# Reconnaissance et essais géotechniques — Essais en place —

## Partie 11: Essai au dilatomètre plat

### 1 Domaine d'application

Ce document établit les directives pour les exigences applicables à l'équipement, la réalisation et le compte-rendu des essais au dilatomètre plat.

NOTE Ce document satisfait aux exigences relatives aux essais au dilatomètre plat dans le cadre des reconnaissances et essais géotechniques conformément aux normes EN 1997-1 et EN 1997-2.

L'essai de référence au dilatomètre plat consiste à insérer verticalement dans le sol une sonde en acier en forme de lame dont l'une des faces est équipée d'une fine membrane circulaire en acier extensible montée de façon affleurante et à déterminer, à des intervalles de profondeur prédéfinis, deux pressions : la pression de contact exercée par le sol sur la membrane lorsque la membrane est affleurante par rapport à la lame et la pression exercée lorsque le déplacement au centre de la membrane atteint 1,10 mm.

Les résultats des essais au dilatomètre plat sont principalement utilisés pour obtenir des informations relatives à la stratigraphie du sol, à l'état de contrainte *in situ*, aux propriétés de déformation ainsi qu'à la résistance au cisaillement. L'essai au dilatomètre plat convient plus particulièrement pour les argiles, les limons et les sables, lorsque les particules sont petites par rapport à la taille de la membrane.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bd4259b8-8fbd-4747-82ec-732024a6b36/iso-22476-11-2017>

### 2 Références normatives

Aucune référence normative n'apparaît dans ce document.

### 3 Termes, définitions et symboles

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

##### 3.1.1

##### **lame dilatométrique** **sonde dilatométrique**

sonde en acier en forme de lame insérée dans le sol dans le but de réaliser un essai au dilatomètre plat

##### 3.1.2

##### **membrane**

mince diaphragme circulaire en acier monté de manière affleurante sur l'une des faces de la lame et se dilatant sous l'effet d'une pression de gaz appliquée sur sa face interne

### 3.1.3

#### **contacteur**

appareil logé à l'intérieur de la lame, derrière la membrane, capable d'activer et de désactiver un contact électrique lorsque la membrane se dilate et atteint deux déviations prédéfinies égales, respectivement, à 0,05 mm (lecture de pression A(3.1.10)) et 1,10 mm (lecture de pression B(3.1.11))

### 3.1.4

#### **signal**

activation (signal activé) et interruption (signal désactivé) par le contacteur entre la lame et la membrane pour détecter les deux positions prédéfinies de la membrane égales à 0,05 mm et 1,10 mm

### 3.1.5

#### **câble électrico-pneumatique**

câble reliant le boîtier de contrôle à la lame, fournissant la pression de gaz sur la face interne de la membrane et assurant la continuité électrique entre le boîtier de contrôle et le contacteur

### 3.1.6

#### **boîtier de contrôle et d'étalonnage**

ensemble de dispositifs permettant de régler la pression de gaz sur la face interne de la membrane et de mesurer cette pression lorsque le contacteur active et interrompt le contact électrique avec la face interne de cette membrane

### 3.1.7

#### **prise de terre**

fil électrique raccordant le boîtier de contrôle à la terre

### 3.1.8

#### **source de pression**

réservoir rempli d'un gaz comprimé, sec, non inflammable et non corrosif comportant un régulateur de pression

### 3.1.9

#### **sondage dilatométrique**

série d'essais au dilatomètre exécutés à partir du même emplacement au niveau du sol, le long d'un axe vertical, à des intervalles de profondeur rapprochés compris entre 100 mm et 300 mm

### 3.1.10

#### **pression A**

*A*

pression appliquée sur la face interne de la membrane afin que son centre se déplace de 0,05 mm dans le sol

### 3.1.11

#### **pression B**

*B*

pression appliquée sur la face interne de la membrane afin que son centre se déplace de 1,10 mm dans le sol

### 3.1.12

#### **pression C**

*C*

pression appliquée sur la face interne de la membrane lorsque le centre de la membrane revient à la position de la pression A pendant un relâchement contrôlé et progressif consécutive à la pression B

### 3.1.13

#### **pression A d'étalonnage de la membrane**

$\Delta A$

dépression enregistrée comme une valeur positive, qui doit être appliquée sur la face interne de la membrane pour que, à l'air libre, le déplacement de son centre soit de 0,05 mm

**3.1.14****pression B d'étalonnage de la membrane** $\Delta B$ 

pression qui doit être appliquée sur la face interne de la membrane pour que, à l'air libre, le déplacement de son centre soit de 1,10 mm

**3.1.15****Valeur zéro du manomètre** $Z_M$ 

écart de pression effective par rapport à zéro lorsque la sonde est placée à la pression atmosphérique

**3.1.16****pression du sol <A>** $p_0$ 

pression A corrigée ([3.1.10](#))

Note 1 à l'article: Le terme "pression de contact" est également utilisé.

**3.1.17****pression du sol <B>** $p_1$ 

pression B corrigée ([3.1.11](#))

**3.1.18****pression du sol <C>** $p_2$ 

pression C corrigée ([3.1.12](#))

**3.1.19****pression interstitielle *in situ*** $u_0$ 

pression de l'eau interstitielle à la profondeur du centre de la membrane avant la mise en place de la sonde

**3.1.20****contrainte verticale effective *in situ*** $\sigma'_{v0}$ 

contrainte effective verticale régnant à la profondeur du centre de la membrane avant la mise en place de la sonde

**3.1.21****indice dilatométrique du matériau** $I_D$ 

indice utilisé pour classer les sols en fonction de leur réponse à l'essai

**3.1.22****indice de contrainte horizontale du dilatomètre** $K_D$ 

indice relatif à la contrainte horizontale *in situ*

**3.1.23****module dilatométrique** $E_D$ 

paramètre relatif à la rigidité du sol

**3.1.24****indice de pression interstitielle** $U_D$ 

indice relatif à la perméabilité du sol

**3.1.25  
temps de dissipation**

$t_{flex}$   
temps correspondant au point d'inflexion d'une courbe de dissipation

**3.2 Symboles**

Symbole	Nom	Unité
$E_D$	module dilatométrique	kPa
$I_D$	indice dilatométrique du matériau	-
$K_D$	indice de contrainte horizontale	-
$U_D$	Indice de pression interstitielle	
$A$	pression A	kPa
$B$	pression B	kPa
$C$	pression C	kPa
$p_0$	pression A corrigée	kPa
$p_1$	pression B corrigée	kPa
$p_2$	Pression C corrigée	kPa
$t_{flex}$	temps de dissipation	s
$u_0$	pression interstitielle <i>in situ</i>	kPa
$Z_M$	valeur zéro du manomètre	kPa
$\Delta A$	pression A d'étalonnage de la membrane	kPa
$\Delta B$	pression B d'étalonnage de la membrane	kPa
$\sigma'_{vo}$	Contrainte effective verticale <i>in situ</i>	kPa

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bd4259b8-8fbd-4747-82ec-732024a6b36/iso-22476-11-2017>

**4 Matériel**

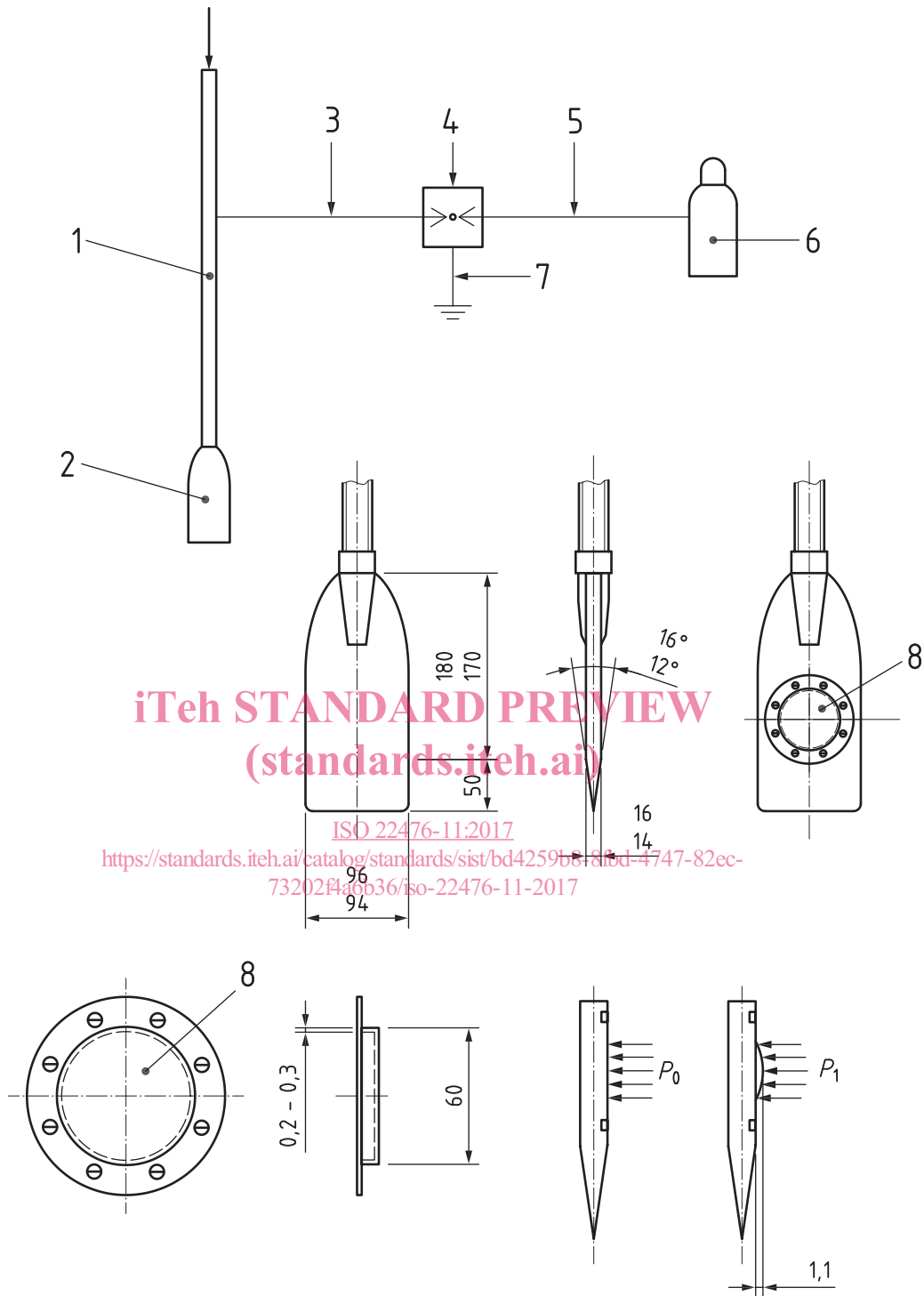
**4.1 Matériel du dilatomètre**

Le matériel doit comprendre les éléments suivants :

- a) lame dilatométrique avec raccord fileté adéquat permettant la connexion aux tiges de fonçage ;
- b) membrane ;
- c) boîtier de contrôle et d'étalonnage ;
- d) source de pression ;
- e) câble électrico-pneumatique ;
- f) prise de terre ;
- g) seringue d'étalonnage ;
- h) (facultatif) système automatique d'acquisition de données ;
- i) (facultatif) cellule de charge.

Les dimensions de la lame, de l'angle au sommet du bord pénétrant et de la membrane doivent être conformes aux limites indiquées à la [Figure 1](#).





**Légende**

- |                             |                                       |                  |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------|
| 1 tiges de forçage          | 4 boîtier de contrôle et d'étalonnage | 7 prise de terre |
| 2 lame                      | 5 tubulure                            | 8 membrane       |
| 3 câble électro-pneumatique | 6 source de pression                  |                  |

**Figure 1 — Matériel du dilatomètre et définition des pressions du sol**  
(toutes les mesures sont exprimées en mm)

Le boîtier de contrôle et d'étalonnage doit présenter les caractéristiques suivantes :

- une prise permettant sa mise à la terre;

- la capacité de contrôler le débit de gaz tout en surveillant et en mesurant la pression du gaz transmis du boîtier de contrôle à la membrane;
- la capacité de réaliser une purge contrôlée du circuit pneumatique;
- la capacité d'indiquer les instants où le contacteur électrique passe de la position allumée à éteinte, et vice versa ;
- des dispositifs de mesure de pression pouvant déterminer la pression exercée sur la membrane avec des intervalles de 10 kPa et une reproductibilité au moins égale à 2,5 kPa pour les pressions inférieures à 500 kPa;
- des manomètres avec une précision d'au moins 0,50 %.

La source de pression doit être équipée d'un régulateur adéquat, de vannes et d'une tubulure permettant le raccordement au boîtier de contrôle. Le régulateur de pression ne doit pas dépasser la pression maximale du manomètre.

Le câble électrico-pneumatique doit être équipé de connecteurs métalliques isolés afin d'empêcher les courts-circuits et de joints afin d'empêcher les fuites de gaz.

La seringue d'étalonnage est utilisée pour l'étalonnage de la rigidité de la membrane, au début et à la fin de l'essai.

Si le matériel comporte un système automatique d'acquisition de données, ce système doit :

- enregistrer la pression du gaz et l'état du signal électroacoustique ;
- posséder des capteurs ayant une erreur de linéarité et d'hystérésis inférieur à  $\pm 0,50$  % ;
- posséder une conversion analogique-numérique d'au moins 14 bits ;
- avoir une fréquence d'acquisition au moins égale à 50 Hz.

## 4.2 Dispositif de fonçage

Le matériel permettant d'insérer la lame dilatométrique doit comprendre les éléments suivants :

- un appareil de fonçage permettant d'insérer et de faire progresser la lame dilatométrique dans le sol ;
- des tiges de fonçage équipées d'un raccord adéquat permettant le raccordement à la lame ;
- des adaptateurs creux à fentes destinés à la sortie latérale de la câble-électrico-pneumatique.

L'appareil de fonçage doit être capable de faire progresser la lame verticalement sans effort horizontal ou de torsion significatif. Des machines de forage et des bâtis de pénétration statique (CPT/CPTU) sont fréquemment utilisés à cet effet. Des poids morts et/ou ancrages adéquats peuvent être utilisés afin d'augmenter la capacité de pénétration.

Des tiges de fonçage, qui doivent être rectilignes et résister au flambement, sont exigées afin de transférer la poussée générée en surface par le matériel d'insertion. Les tiges doivent également permettre le passage du câble électrico-pneumatique du boîtier de contrôle en surface jusqu'à la lame dilatométrique. Il est recommandé d'utiliser des tiges de 1 m de long. Afin d'éviter tout flambement, il convient que les tiges soient guidées lorsqu'elles se situent au-dessus du niveau du sol.

Souvent, les tiges de fonçage sont les mêmes que celles utilisées pour pousser dans le cadre des essais de pénétration au cône (voir l'ISO 22476-1:2012), mais d'autres solutions peuvent également exister.

Des réducteurs de frottement peuvent être utilisés afin de réduire les frottements exercés contre les tiges lors de la phase de pénétration. Les réducteurs de frottement sont des augmentations localisées du diamètre des tiges. Ils sont généralement situés sur la première tige fixée à la lame et doivent être placés au minimum 200 mm au-dessus du centre de la membrane.

Il convient, dans la mesure du possible, d'appliquer des vitesses de pénétration comprises entre 10 mm/s et 30 mm/s. Un dispositif de battage peut être utilisé afin de faire progresser la lame à travers des couches rigides ou fortement cimentées qui ne peuvent pas être pénétrées par une poussée statique.

Un capteur de force adapté peut être placé entre la lame et les tiges de fonçage. Ce capteur mesure la poussée appliquée lors de la pénétration de la lame. Cette mesure n'est pas nécessaire pour les interprétations courantes du résultat d'essai, mais elle peut faciliter l'interprétation en cas d'utilisation, sur un même site d'investigations, du dilatomètre plat (DMT) et du pénétromètre statique au cône (CPT).

## 5 Mode opératoire d'essai

### 5.1 Maintenance et contrôles

L'ensemble des dispositifs de contrôle, de raccordement et de mesure doit être contrôlé périodiquement, au moins une fois par an. De plus, les dispositifs de mesure doivent être périodiquement étalonnés par rapport à un instrument de référence adapté afin de s'assurer qu'ils fournissent des mesures fiables et précises.

Les parties de l'instrument situées à l'intérieur de la membrane doivent être maintenues parfaitement propres afin de garantir de bons contacts électriques. Plus particulièrement, ces composants doivent être totalement exempts de saletés, de grains, de tissu ou de rouille.

La lame dilatométrique et la membrane doivent être contrôlées avant de pénétrer dans le sol. La lame doit être installée de façon axiale par rapport aux tiges. Elle doit être planaire et coaxiale et posséder un bord pénétrant tranchant. La membrane doit être exempte de particules de sol, ne comporter aucune rayure profonde, aucun pli ou aucune fossette, et se dilater sans à-coups dans l'air lorsqu'elle est soumise à une pression.

L'écart maximal par rapport au plan de la lame, défini comme étant le jeu maximal sous une règle de 150 mm de long placé le long de la lame parallèlement à son axe, ne doit pas dépasser 0,5 mm ; l'erreur de coaxialité maximale de la lame, définie comme étant l'écart du bord pénétrant par rapport à l'axe des tiges sur lesquelles la lame est fixée, ne doit pas dépasser 1,5 mm.

Avant de lancer une série de sondages dilatométriques, la lame, le boîtier de contrôle et le câble électro-pneumatique doivent être contrôlés afin de détecter d'éventuelles fuites en connectant la lame à l'extrémité du câble électro-pneumatique et en recherchant toute chute de pression dans le système. Les fuites supérieures à 100 kPa/min sous une pression de 400 kPa doivent être considérées comme inacceptables et doivent être réparées avant le début des essais.

La continuité du circuit électrique doit être contrôlée, en vérifiant que le signal du contacteur marche-arrêt est clairement détecté.

Une fois le matériel du dilatomètre assemblé et prêt pour les essais, il convient de contrôler les contacteurs en poussant manuellement la membrane en position affleurante par rapport à la lame, et en vérifiant que les signaux sonores et/ou visuels du boîtier de contrôle se déclenchent bien.

Avant de procéder aux essais, il convient de vérifier la linéarité des tiges de fonçage par une des méthodes suivantes :

- tenir la tige verticalement et la faire tourner. Si la tige semble osciller, la linéarité n'est pas acceptable.
- rouler la tige sur une surface plane. Si la tige semble osciller, la linéarité n'est pas acceptable.
- glisser la tige dans un tube creux plus long que celle-ci. Si la tige peut traverser le tube sans se coincer, la linéarité est acceptable.

Si des tiges présentent une flexion, il convient de ne pas les utiliser.

D'autres méthodes de contrôle de la linéarité des tiges peuvent être utilisées si elles donnent systématiquement des résultats similaires à ceux suggérés ci-dessus.