

---

---

**Optique et instruments d'optique —  
Instruments géodésiques — Méthodes de  
détermination sur site de la précision —**

**Partie 3:  
Télémètres électro-optiques (instruments  
MED)**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Optics and optical instruments — Geodetic instruments — Field  
procedures for determining accuracy —*

*Part 3: Electro-optical distance meters (EDM instruments)*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-1cad-4168-b344-90dd433ceb28/iso-12857-3-1997>



## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 12857-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 6, *Instruments géodésiques et d'observation*.

L'ISO 12857 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Optique et instruments d'optique - Instruments géodésiques - Méthode de détermination sur site de la précision* :

— *Partie 1 : Niveaux*

— *Partie 2 : Théodolites*

— *Partie 3 : Télémètres électro-optiques (instruments MED)*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-90dd433ceb28/iso-12857-3-1997>

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 12857 sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1997

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet central@iso.ch  
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

# Optique et instruments d'optique — Instruments géodésiques — Méthodes de détermination sur site de la précision —

## Partie 3:

### Télémètres électro-optiques (instruments MED)

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 12857 spécifie les techniques sur site à adopter pour déterminer et évaluer la précision des télémètres électro-optiques (instruments MED) utilisés pour la surveillance et pour des distances jusqu'à 2 km environ.

Ces essais sont destinés à avoir un caractère opérationnel. Ce ne sont ni des essais d'acceptation, ni des essais de performance.

Ces techniques sont appliquées pour déterminer la précision de différents instruments en une seule fois, ou celle d'un seul instrument en plusieurs fois.

Les techniques sur site peuvent être appliquées n'importe où, sans nécessiter d'équipement particulier ; elles sont conçues pour limiter les influences atmosphériques.

NOTE D'autres Normes internationales sur les essais des instruments de mesure sont disponibles, dans le domaine de la construction.

#### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3534-1:1993, *Statistique - Vocabulaire et symboles - Partie 1 : Probabilité et termes statistiques généraux*.

ISO 9849:1991, *Optique et instruments d'optique - Instruments géodésiques - Vocabulaire*.

#### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 12857, les définitions données dans l'ISO 3534-1 et l'ISO 9849 et s'appliquent.

## 4 Généralités

L'état de réglage par l'utilisateur de l'instrument MED et de son équipement auxiliaire associé doit être connu et acceptable, correspondre aux méthodes spécifiées dans les manuels utilisateur et utilisé avec l'équipement réflecteur recommandé par le fabricant.

La précision des instruments MED est exprimée en termes d'écart-type d'une direction horizontale (HZ), observée dans les deux positions faciales du télescope, ou d'angle vertical (V) observé en une fois dans les deux positions faciales du télescope.

Les méthodes d'essai indiquées dans la présente partie de l'ISO 12857 ont pour but de déterminer l'écart-type  $s_{\text{ISO-EDM}}$ .

Il convient d'appliquer les essais statistiques afin de déterminer si l'écart-type  $s$  obtenu appartient à la population de l'écart-type d'instrumentation, si deux échantillons essayés appartiennent à la même population ou si l'indice de correction  $o$  du cercle vertical est égal à zéro.

## 5 Techniques

### 5.1 Généralités

Les techniques sur site suivantes doivent être adoptées afin de déterminer la précision des instruments MED, par une seule équipe de surveillance avec un seul instrument et son équipement annexe.

Les techniques sur site décrites dans la présente partie de l'ISO 12857 s'appuient sur le mesurage des distances sur une ligne d'essai, dans toutes les combinaisons possible, les distances nominales étant inconnues (voir figure 1).

[ISO 12857-3:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-12857-3:1997)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-12857-3:1997)

Par ces techniques, les erreurs d'échelle de l'instrument MED ne peuvent être détectées ; toutefois, elles n'ont aucune influence sur l'écart-type  $s_0$  et la correction du point zéro,  $o$ . Pour déterminer la stabilité de l'échelle, il convient de vérifier la fréquence de mesurage de l'instrument MED au moyen d'un fréquencesmètre.

La correction du point zéro obtenue par ces méthodes est considérée comme étant constante, c'est-à-dire qu'il s'agira d'une valeur moyenne renvoyant uniquement à la plage de distances de la ligne d'essai.

Les résultats d'essai sont influencés par les conditions météorologiques : différences au niveau de la température de l'air et de la pression. Il faut les éliminer par correction atmosphérique des distances brutes. Un ciel couvert garantit les conditions atmosphériques les plus favorables. Les résultats obtenus à partir d'essais en laboratoire ne seraient pratiquement pas affectés par une influence atmosphérique ; cependant, ils présentent un coût élevé et ne sont pas pratiques pour la plupart des utilisateurs.

### 5.2 Configuration d'essai

Il faut déterminer une ligne droite d'environ 600 m de long et comportant sept points, de surface horizontale ou présentant une déclivité constante. Il convient que les points soient stables pendant les mesurages d'essai. Pour obtenir des valeurs représentatives de l'écart-type et de la correction du point zéro, il convient de sélectionner les points de sorte que les parties des distances mesurées déterminées par un mesurage de phase, avec une grande fréquence, soient réparties équitablement sur toute la longueur unitaire (échelle de mesure) de l'instrument MED.

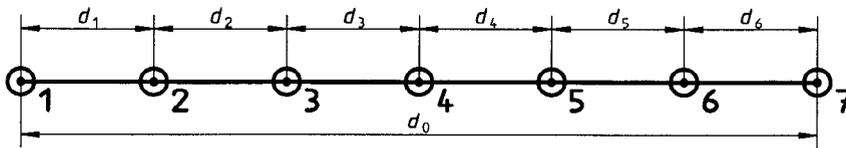


Figure 1 - Configuration d'essai

La configuration sera correcte si les six distances entre les sept points de la ligne d'essai,  $d_1, \dots, d_6$  sont déterminées à partir de la méthode suivante :  $d_0 = 600$  m correspond à la longueur approximative de la ligne d'essai projetée,  $\lambda$  est la longueur d'onde,  $\lambda/2$  est la longueur unitaire (échelle de mesure) de l'instrument MED. De ces deux valeurs est déduit  $B_0$ :

$$B_0 = \frac{d_0 - 6,5\lambda}{15}$$

$B_0$  est arrondi à la valeur la plus proche

$$B = n \cdot \lambda / 2$$

$n$  étant un nombre entier.

Avec

$$C = \frac{\lambda}{72}$$

on calcule les six distances se trouvant sur la ligne d'essai, de même que la longueur totale  $d$  :

$$d_1 = \lambda + B + 3C$$

$$d_2 = \lambda + 3B + 7C$$

$$d_3 = \lambda + 5B + 11C$$

$$d_4 = \lambda + 4B + 9C$$

$$d_5 = \lambda + 2B + 5C$$

$$d_6 = \lambda + + C$$

$$d = 6\lambda + 15B + 36C$$

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 12857-3:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-90dd433ceb28/iso-12857-3-1997>

### 5.3 Observations

Les vingt et une distances possible entre les sept points doivent être mesurées le même jour. Il convient d'utiliser l'échange de centrage forcé afin d'éliminer les erreurs de centrage. Il convient qu'un nombre suffisant de prismes garantisse que toutes les distances sont mesurées avec un bon signal retour. Il est recommandé de commencer l'observation des distances lorsque la visibilité est bonne et que l'on suppose que l'isolement sera faible. Il est recommandé de mesurer souvent la température et la pression afin de s'assurer qu'on peut en déduire des corrections atmosphériques fiables.

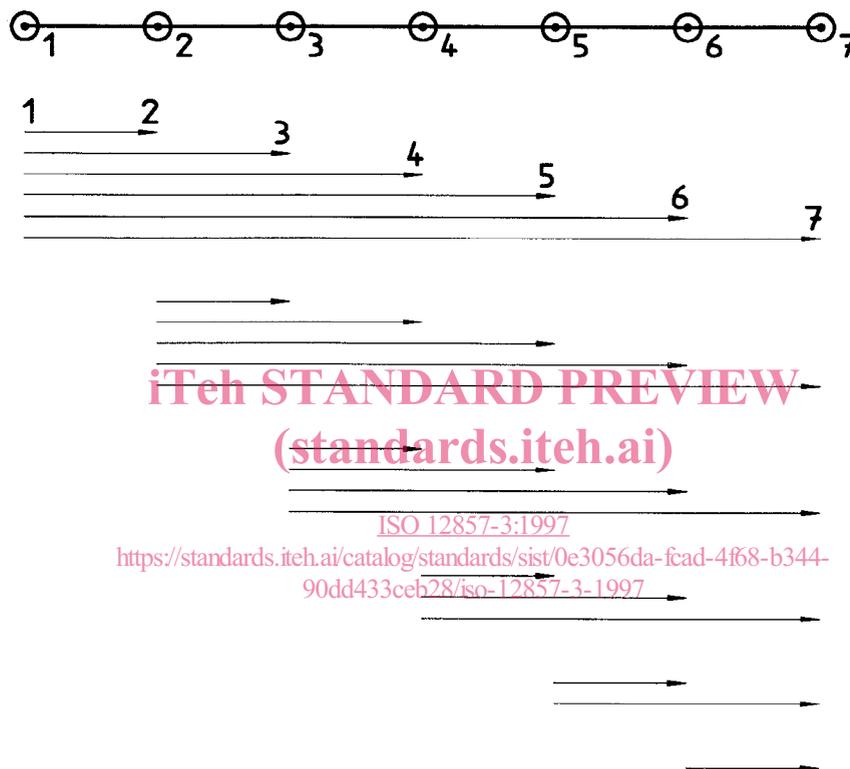


Figure 2 - Configuration des mesurages d'essai

### 5.4 Calculs

Les effets systématiques des mesurages (relevés de l'instrument MED)  $l_{i,j}$  doivent être corrigés (correction atmosphérique, correction de pente). Ces valeurs corrigées,  $l'_{i,j}$  doivent être évaluées par un ajustement des équations d'observation. Les coefficients de pondération doivent tous être réglés sur 1. Les paramètres sont les six distances indépendantes et la correction du point zéro,  $o$ .

Les résultats sont obtenus à partir de :

$$a_i = \sum_{j=1}^{7-i} l'_{j,j+i} - \sum_{j=1}^i l'_{j,j+7-i} ; \quad i = 4,5,6 ;$$

$$r_i = \frac{1}{7} \left( \sum_{j=i+1}^7 l'_{i,j} - \sum_{j=1}^{i-1} l'_{j,i} \right) ; \quad i = 1, \dots, 7 .$$

La correction du point zéro,  $o$ , est la suivante :

$$o = \frac{1}{35} \sum_{i=4}^6 (2i-7)a_i$$

et les corrections  $c_{i,j}$  sont :

$$c_{i,j} = r_i - r_j - \frac{7+2(i-j)}{7} \cdot o - l'_{i,j} ; \quad i = 1, \dots, 6 ; \quad j = i+1, \dots, 7 .$$

Vingt et une observations déterminent sept paramètres. Le degré de liberté est  $f = 21 - 7 = 14$ . Si l'on additionne les carrés des corrections, l'écart-type  $s_0$  d'une distance quelconque sur la ligne d'essai est déduite de :

$$cc = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=i+1}^7 c_{i,j}^2$$

$$s_0 = \sqrt{\frac{cc}{f}} = \sqrt{\frac{cc}{14}}$$

$s_{\text{ISO-EDM}} = s_0$

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 12857-3:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-90dd433ceb28/iso-12857-3-1997>

## 5.5 Essais statistiques

Pour interpréter les résultats, il convient d'effectuer des essais statistiques au moyen de :

- l'écart-type  $s_0$  d'un angle vertical observé dans une position faciale,
- la correction par rapport au point zéro,  $o$ , de l'instrument MED,

pour pouvoir répondre aux questions suivantes :

- A) L'écart-type calculé  $s_0$  est-il inférieur à la valeur  $\sigma_0$  mentionnée par le fabricant ou inférieur à une autre valeur prédéterminée  $\sigma_0$  ?
- B) Deux écarts-types  $s_1$  et  $s_2$ , déterminés à partir de deux échantillons de mesure différents, appartiennent-ils à la même population, à supposer qu'ils aient le même degré de liberté  $f$  ?

Les écarts-types  $s_1$  et  $s_2$  peuvent être obtenus à partir de :

- deux séries de mesures avec le même instrument et des observateurs différents ;
- deux séries de mesures avec le même instrument, à des moments différents ;
- deux séries de mesures avec des instruments différents.

- C) La correction du point zéro,  $o$ , est-elle égale à zéro, à l'état fourni par le fabricant, ou, si des prismes sont utilisés avec une correction du point zéro donnée,  $o_0$ ,  $o$  est-il égal à  $o_0$  ?

Tableau 1 - Essais statistiques

Question	Hypothèse nulle	Autre hypothèse
A	$s_0 \leq \sigma_0$	$s_0 > \sigma_0$
B	$\sigma_1 = \sigma_2$	$\sigma_1 \neq \sigma_2$
C	$o = o_0$	$o \neq o_0$

Pour les essais suivants, on suppose le niveau de confiance égal à  $1 - \alpha = 0,95$  et un degré de liberté  $f = 14$ , fonction du type de mesurage.

A) L'hypothèse nulle, d'après laquelle l'écart-type  $s_0$ , déterminé de façon empirique, est inférieur ou égal à une valeur  $\sigma_0$ , théorique ou prédéterminée, n'est pas rejeté à partir du moment où la condition suivante est remplie :

$$s_0 \leq \sigma_0 \cdot \sqrt{\frac{\chi_{f,1-\alpha}^2}{f}}$$

$$s_0 \leq \sigma_0 \cdot \sqrt{\frac{\chi_{14,0,95}^2}{14}}$$

$$\chi_{14,0,95}^2 = 23,68$$

$$s_0 \leq \sigma_0 \cdot \sqrt{\frac{23,68}{14}}$$

$$s_0 \leq \sigma_0 \cdot 1,30$$

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

ISO 12857-3:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-90dd433ceb28/iso-12857-3-1997>

Sinon, l'hypothèse nulle est rejetée.

B) Dans le cas de deux échantillons différents, n° 1 et n° 2, un essai indique si les écarts-types estimés  $s_1$  et  $s_2$  appartiennent à la même population. L'hypothèse nulle correspondante,  $\sigma_1 = \sigma_2$ , n'est pas rejetée si la condition suivante est remplie :

$$\frac{1}{F_{f,f,1-\alpha/2}} \leq \frac{s_1^2}{s_2^2} \leq F_{f,f,1-\alpha/2}$$

$$\frac{1}{F_{14,14,0,975}} \leq \frac{s_1^2}{s_2^2} < F_{14,14,0,975}$$

$$F_{14,14,0,975} = 2,98$$

$$0,34 \leq \frac{s_1^2}{s_2^2} \leq 2,98$$

Sinon, l'hypothèse nulle est rejetée.

C) L'hypothèse d'égalité des corrections du point zéro donnée,  $o$  et  $o_0$  n'est pas rejetée si la condition suivante est remplie :

$$|o - o_0| \leq s_o \cdot t_{f, 1-\alpha/2}$$

$$|o - o_0| \leq s_o \cdot t_{14; 0,975}$$

$$s_o = \frac{s_0}{\sqrt{5}}$$

$$t_{14; 0,975} = 2,14$$

$$|o - o_0| \leq \frac{s_0}{\sqrt{5}} \cdot 2,14$$

Sinon, l'hypothèse nulle est rejetée.

Le degré de liberté varie ainsi que les valeurs d'essai correspondantes  $\chi^2_{f, 1-\alpha}$ ,  $F_{f_1, f_2, 1-\alpha/2}$  et  $t_{f, 1-\alpha/2}$  (provenant de manuels de statistiques de référence) à partir du moment où un nombre différent d'observations est analysé.

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

[ISO 12857-3:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-90dd433ceb28/iso-12857-3-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0e3056da-fcad-4f68-b344-90dd433ceb28/iso-12857-3-1997>