

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
8322-3

Première édition  
1989-10-01

---

---

**Construction immobilière — Instruments de  
mesure — Procédures de détermination de  
l'exactitude d'utilisation —**

**Partie 3:**  
**Instruments optiques de nivellement**  
**(standards.iteh.ai)**

*Building construction — Measuring instruments — Procedures for determining  
accuracy in use —  
Part 3: Optical levelling instruments*



Numéro de référence  
ISO 8322-3 : 1989 (F)

## 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 approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8322-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 59, *Construction immobilière*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09beef72-1bd1-4f0e-967a-079a5c06846b/iso-8322-3-1989>

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. 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

Imprimé en Suisse

# Construction immobilière — Instruments de mesure — Procédures de détermination de l'exactitude d'utilisation —

## Partie 3: Instruments optiques de nivellement

### 0 Introduction

La présente Norme internationale consiste en une série de plusieurs parties spécifiant les procédures d'essais à utiliser pour déterminer et évaluer l'exactitude d'utilisation des instruments de mesure dans le domaine de la construction immobilière. La première partie fournit la théorie; les parties suivantes donnent les procédures pour déterminer l'exactitude d'utilisation des instruments de mesure. La série complète comportera les parties suivantes:

- Partie 1: Théorie.
- Partie 2: Rubans de mesure.
- Partie 3: Instruments optiques de nivellement. [ISO 8322-3:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09bee172-1bd1-41de-967b-079a5c06846b/iso-8322-3-1989)
- Partie 4: Théodolites.
- Partie 5: Instruments optiques de plombage.
- Partie 6: Instruments à laser.
- Partie 7: Instruments utilisés pour l'implantation.
- Partie 8: Appareils de mesure de distances à train d'ondes.

Concernant les essais des instruments de mesure pour effectuer des levés topographiques et pour les vérifications effectuées par l'administration compétente, d'autres Normes internationales sont en préparation.

### 1 Objet

La présente partie de l'ISO 8322 spécifie les procédures d'essais à adopter pour déterminer et évaluer l'exactitude d'utilisation des instruments optiques de nivellement utilisés dans les mesurages.

### 2 Domaine d'application

Les procédures données dans la présente partie de l'ISO 8322 sont applicables lorsqu'il est fait appel à des instruments optiques de nivellement dans la construction immobilière pour l'arpentage, les mesurages de contrôle et de conformité, et aussi pour obtenir des données sur l'exactitude.

### 3 Références

ISO 3534, *Statistique — Vocabulaire et symboles*.

ISO 4463-1, *Méthodes de mesurage pour la construction — Piquetage et mesurage — Partie 1: Planification et organisation, procédure de mesurage et critères d'acceptation*.

ISO 7077, *Méthodes de mesurage pour la construction — Principes généraux pour la vérification de la conformité dimensionnelle*.

ISO 7078, *Construction immobilière — Procédés pour l'implantation, le mesurage et la topométrie — Vocabulaire et notes explicatives*.

ISO 8322-1, *Construction immobilière — Instruments de mesure — Procédures de détermination de l'exactitude d'utilisation — Partie 1: Théorie*.

### 4 Généralités

**4.1** Avant de commencer l'arpentage et les mesurages de contrôle et de conformité, pour obtenir des données d'exactitude sur l'implantation, il est important que l'exécutant recherche si l'exactitude d'utilisation de l'équipement de mesure est appropriée au travail de mesure proposé. La présente Norme internationale recommande à l'exécutant d'effectuer les mesurages d'essai dans un ensemble de conditions pour établir l'exactitude obtenue lorsqu'il utilise un instrument de mesure particulier et ses accessoires.

Pour s'assurer que l'évaluation tient compte des diverses influences de l'environnement, il est nécessaire d'effectuer deux séries de mesurages dans des conditions différentes. Les conditions particulières qui sont à prendre en compte peuvent varier suivant l'endroit où les travaux sont à entreprendre. Ces conditions doivent comprendre les variations de la température de l'air, de la vitesse du vent, de la nébulosité et de la visibilité. Il peut aussi être pris note des conditions atmosphériques réelles au moment du mesurage et du type de surface sur laquelle sont effectués les mesurages. L'ensemble des conditions choisies pour les essais doit égaler celles attendues lorsque le travail de mesure sera réellement effectué. Voir ISO 7077 et ISO 7078.

Les procédures sont conçues de façon que les erreurs systématiques soient largement éliminées et supposent que les instru-

ments particuliers sont dans des états de réglage connus et acceptables selon les méthodes détaillées dans les catalogues des fabricants.

Les procédures de détermination de l'exactitude d'utilisation nécessitent des essais répétés conduits avec les mêmes instruments et le même observateur, et pendant une courte période de temps. Ces conditions sont les «conditions de répétabilité» définies dans l'ISO 3534.

L'exactitude d'utilisation est exprimée par l'écart-type.

**4.2** La figure 1 indique schématiquement les décisions à prendre lorsque l'on établit que l'exactitude associée à une méthode topographique connue et à un appareillage de mesure particulier est appropriée au travail de mesurage prévu. En particulier, les décisions sont applicables quand elles sont adoptées par un opérateur particulier dans une gamme de conditions d'environnement qui sont susceptibles de se produire lorsque le travail sera réellement effectué. Lorsque les documents du contrat spécifient la tolérance exigée pour l'opération de mesure prévue, il est recommandé que cette tolérance, habituellement exprimée par

les écarts admissibles  $\pm P$  ( $P = 2,5 \sigma$ ) du travail de mesurage, soit comparée aux données d'exactitude d'utilisation obtenues, soit à partir d'expériences précédentes sur l'exactitude d'utilisation, soit à partir de données générales  $A$  qui indiquent l'exactitude d'utilisation prévue pour l'appareillage de mesure donné. Dans les cas où les données obtenues précédemment indiquent que l'exactitude d'utilisation, associée à un appareillage de mesure donné, excède les écarts admissibles spécifiés du travail de mesurage, il y a lieu de considérer soit la possibilité d'utiliser une autre méthode et/ou un instrument plus précis, soit celle de discuter avec le concepteur le besoin de recourir à de si faibles écarts admissibles. Voir ISO 4463-1.

Avant d'obtenir une estimation globale de l'exactitude d'utilisation, il est recommandé que chaque écart-type pour une série donnée de mesurages effectués dans des conditions d'environnement particulières, soit comparé, comme indiqué sur la figure 1, aux écarts admissibles spécifiés. Lorsque la comparaison montre que les écarts admissibles spécifiés n'ont pas été satisfaits pour une série de mesurages, une série supplémentaire de mesurages doit être effectuée dans des conditions d'environnement aussi proches que possible de celles dans lesquelles la série de mesurages initiale a été effectuée.

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

[ISO 8322-3:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09beef72-1bd1-4f0e-967a-079a5c06846b/iso-8322-3-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09beef72-1bd1-4f0e-967a-079a5c06846b/iso-8322-3-1989>

Hypothèses:  $\pm P$  est l'écart admissible du travail de mesurage

$A$  est l'exactitude d'utilisation, généralement exprimée sous forme de l'écart  $\pm A$ ; ( $\pm P$  et  $\pm A$  sont tous deux considérés comme incluant la variabilité dimensionnelle correspondant à  $\pm 2,5$  fois l'écart-type  $\sigma$ )

$s$  sont les écarts obtenus pendant les essais sur le terrain

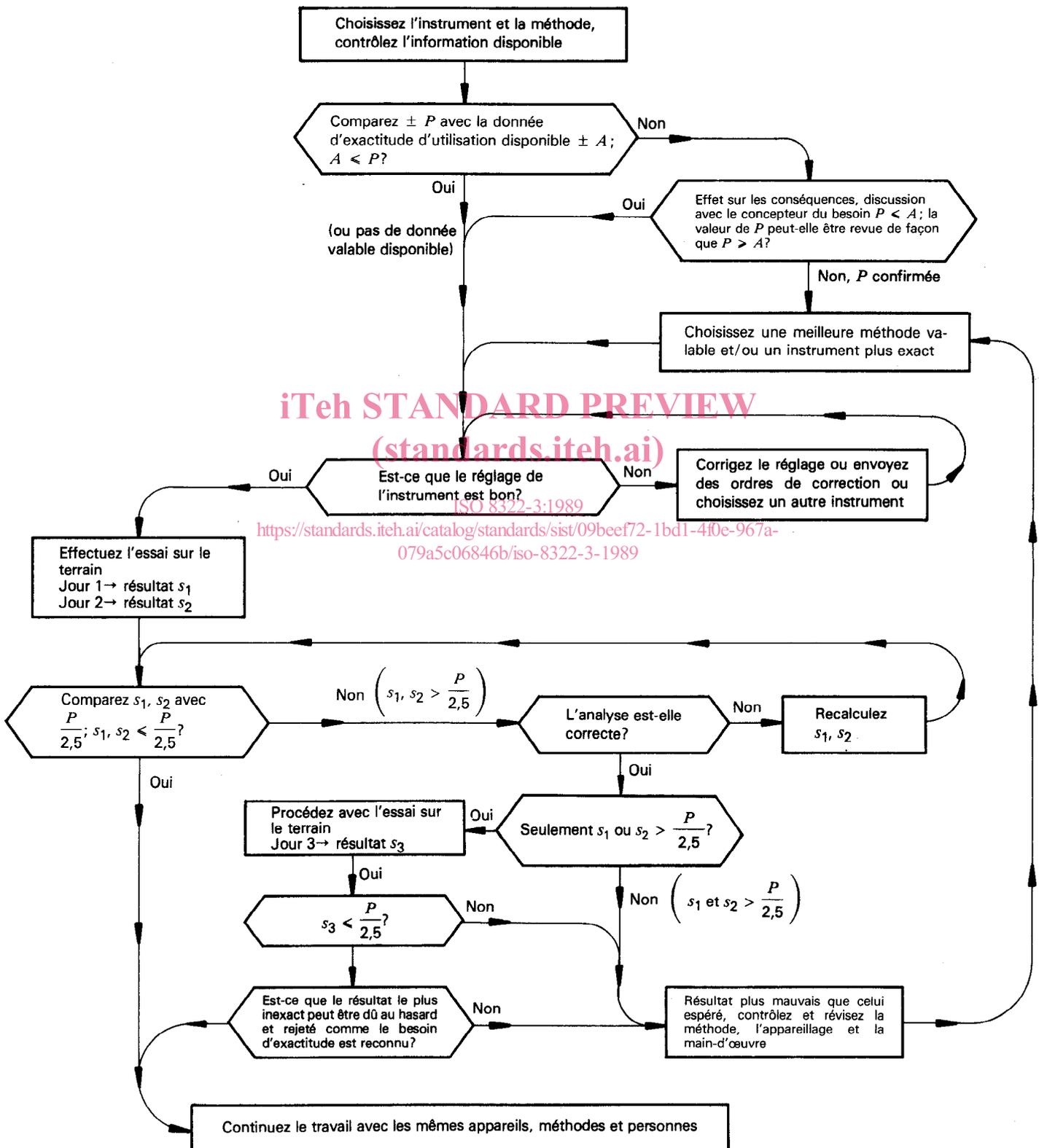


Figure 1 – Ordinogramme pour les essais de l'exactitude d'utilisation

## 5 Procédures pour les instruments optiques de nivellement

### 5.1 Généralités

La pratique habituelle pour l'exactitude d'utilisation est de se référer au double nivellement à 1 km. Toutefois, la distance d'opération dans la construction immobilière n'excédera habituellement pas 40 m. Aussi, la présente partie de l'ISO 8322 recommande-t-elle que l'exactitude d'utilisation soit présentée en termes d'écart-type pour une distance de 1 km (méthode 1) ou pour une distance de 40 m (méthode 2). Chaque présentation doit se faire en termes de double nivellement. L'opérateur doit choisir la méthode la plus adéquate vis-à-vis de cette exigence.

La procédure d'essai suivante est à utiliser pour déterminer l'exactitude d'utilisation par une équipe donnée d'arpentage avec un instrument et ses accessoires donnés.

### 5.2 Méthode 1

#### 5.2.1 Procédure de lecture (voir tableau 1)

**5.2.1.1** Établir deux points de nivellement distants de 250 m environ. Les points doivent être fixés pendant toute la durée des mesurages d'essai.

**5.2.1.2** Chacune des deux séries de mesurages effectuées à des jours différents doit consister en cinq doubles nivellements: les nivellements aller et retour sont considérés comme indépendants l'un de l'autre. Lorsqu'on établit l'exactitude d'utilisation pour les instruments très exacts (appelés parfois de façon incorrecte «niveaux de précision»: voir ISO 7078 concernant la différence entre «exactitude» et «précision»), chaque distance visée doit être d'environ 20 m; autrement, elle devrait se situer autour de 40 m. Tous les mesurages devraient être effectués au millimètre près, ou à 0,1 mm près si l'on utilise une nivelle pourvue d'un micromètre à lame à faces parallèles.

**5.2.1.3** Les accessoires utilisés et les conditions d'environnement doivent être similaires à ceux prévus pour le mesurage envisagé réellement.

**5.2.1.4** Enregistrer les conditions d'environnement. Des changements des conditions d'environnement pendant la période de construction peuvent rendre les résultats d'essai non applicables. Dans ce cas, l'essai est à refaire dans de nouvelles conditions.

#### 5.2.2 Procédures de calcul (voir tableau 2)

Un exemple complet de l'analyse est donné dans le tableau 1 (colonnes 3, 4 et 5) pour une nivelle d'ingénieur et il est recommandé d'utiliser en général cette forme de présentation. Tous les calculs portent sur la valeur des différences de niveau entre les deux points de niveau fixés.

**5.2.2.1** Calculer la moyenne arithmétique  $\bar{x}$  (colonne 3).

Par exemple: 318,5

**5.2.2.2** Calculer les écarts  $v$  pour chaque valeur par rapport à la moyenne arithmétique (colonne 4).

Par exemple: niveau 2 retour: - 1,5 mm

Pour minimiser l'effet des erreurs d'arrondissement, le calcul de chaque écart  $v$  devrait être effectué à 0,1 mm près si les valeurs sont en millimètres et à 0,01 mm près si les valeurs sont en dixièmes de millimètre.

Pour un contrôle arithmétique, la somme des dix écarts doit être zéro.

**5.2.2.3** Calculer les carrés  $v^2$  de toutes les valeurs de la colonne 4 et la somme des carrés.

Par exemple: niveau 2 retour: 2,25 mm<sup>2</sup>  
somme des carrés: 94,50 mm<sup>2</sup>

**5.2.2.4** Calculer l'écart-type  $s_1$  sur la différence de niveau sur une distance de 250 m le premier jour, comme la racine carrée de la somme des carrés divisée par 9 (= nombre d'observations redondantes).

Par exemple:  $s_1 = \sqrt{\frac{94,50}{9}} = \sqrt{10,5} = 3,2 \text{ mm}$

**5.2.2.5** Calculer l'écart-type  $s_{1(km)}$  de la différence de niveau sur une distance de 1 km, comme l'écart-type sur la distance de 250 m multiplié par la racine carrée de 4.

Par exemple:  $s_{1(km)} = 3,2 \sqrt{4} = 6,4 \text{ mm}$

**5.2.2.6** Calculer l'écart-type sur la différence en nivellement double sur une distance de 1 km comme l'écart-type sur la distance de 1 km divisé par la racine carrée de 2.

Par exemple:  $s_{1(km \text{ double nivellement})} = \frac{6,4}{\sqrt{2}} = 4,5 \text{ mm}$

**5.2.2.7** Répéter les procédures de 5.2.1.2 à 5.2.2.6 le deuxième jour pour obtenir  $s_2$ .

**5.2.2.8** L'écart-type global à attendre en double nivellement sur 1 km est

$$s_{(km \text{ double nivellement})} = \sqrt{\frac{s_{1(km \text{ d. n.})}^2 + s_{2(km \text{ d. n.})}^2}{2}}$$

Par exemple:  $s_{(km \text{ double nivellement})} = 6 \text{ mm}$

Tableau 1a) – Lectures et calculs sur le terrain: exemple

Date: .....  
 Emplacement: .....  
 Opérateur: .....  
 Instrument: Nivelles d'ingénieur  
 Conditions: Temps chaud, ensoleillé, vent léger  
 Série: I

Mesurage	Différence de niveau mm	Moyenne mm	v mm	v <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1 Aller	320		+ 1,5	2,25
1 Retour	315		- 3,5	12,25
2 Aller	324		+ 5,5	30,25
2 Retour	317		- 1,5	2,25
3 Aller	319		+ 0,5	0,25
3 Retour	319		+ 0,5	0,25
4 Aller	314		- 4,5	20,25
4 Retour	316		- 2,5	6,25
5 Aller	323		+ 4,5	20,25
5 Retour	318		- 0,5	0,25
		318,5	Σv = 0,0	Σv <sup>2</sup> = 94,50

$$s_1 = \sqrt{\frac{94,50}{9}} = 3,2 \text{ mm}$$

ISO 8322-3:1989  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09beef72-1bd1-4f0e-967a-079a5c06846b/iso-8322-3-1989>

$$s_{1(km)} = 2,0 \times 3,2 = 6,4 \text{ mm}$$

$$s_{1(km \text{ double nivellement})} = \frac{6,4}{\sqrt{2}} = 4,5 \text{ mm}$$

$$s_{2(km \text{ double nivellement})} = 7,8 \text{ mm}$$

$$s = \sqrt{\frac{4,5^2 + 7,8^2}{2}} = 6,4 \text{ mm}$$

$$s = 6 \text{ mm}$$

Tableau 1b) – Lectures et calculs sur le terrain: formulaire des données

Date: .....
Emplacement: .....
Opérateur: .....
Instrument: .....
Conditions: .....
Série: .....

Mesurage	Différence de niveau mm	Moyenne mm	v mm	v <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1 Aller Retour				
2 Aller Retour				
3 Aller Retour				
4 Aller Retour				
5 Aller Retour				
			$\sum v =$	$\sum v^2 =$

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.itech.ai)

$$s_1 = \sqrt{\frac{\quad}{9}} = \text{ mm}$$

ISO 8322-3:1989

[https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/09beef72-1bd1-4f0e-967a-](https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/09beef72-1bd1-4f0e-967a-079a5c06846b/iso-8322-3-1989)

$$s_{1(km)} = \quad \times \quad = \text{ mm}$$

079a5c06846b/iso-8322-3-1989

$$s_{1(km \text{ double nivellement})} = \frac{\quad}{\sqrt{2}} = \text{ mm}$$

$$s_{2(km \text{ double nivellement})} = \text{ mm}$$

$$s = \sqrt{\frac{\quad + \quad}{2}} = \text{ mm}$$

$$s = \text{ mm}$$

## 5.3 Méthode 2

### 5.3.1 Procédure de lecture (voir tableau 2)

Si l'opération de nivellement requise met en jeu des distances allant jusqu'à 40 m, ou le transfert de niveau d'un étage à l'autre, par exemple, une volée d'escalier, on doit utiliser la procédure suivante.

**5.3.1.1** Positionner au moins quatre points de nivellement [figure 2a)]. Les distances entre les points et les distances entre les points et les instruments de nivellement (distance de visée) doivent être approximativement les mêmes que celles rencontrées sur un chantier donné. En général, elles ne sont pas égales. Cinq des différences possibles de hauteur (niveau) doivent être approximativement les mêmes que celles rencontrées sur un chantier donné. En général, elles ne sont pas égales. Cinq des différences possibles de hauteur (niveau) doivent être mesurées, par exemple, d'abord la différence entre A et B, puis entre B et C et ainsi de suite. D'autres configurations de cinq niveaux sont envisageables [par exemple, figure 2b)]. La position des points doit être fixée pour toute la durée des mesurages d'essai. Dans le cas de formes en quadrilatère ou en triangles intervenant dans le champ d'essai [figure 2a)], les conditions de fermeture en résultant ne sont pas prises en compte.

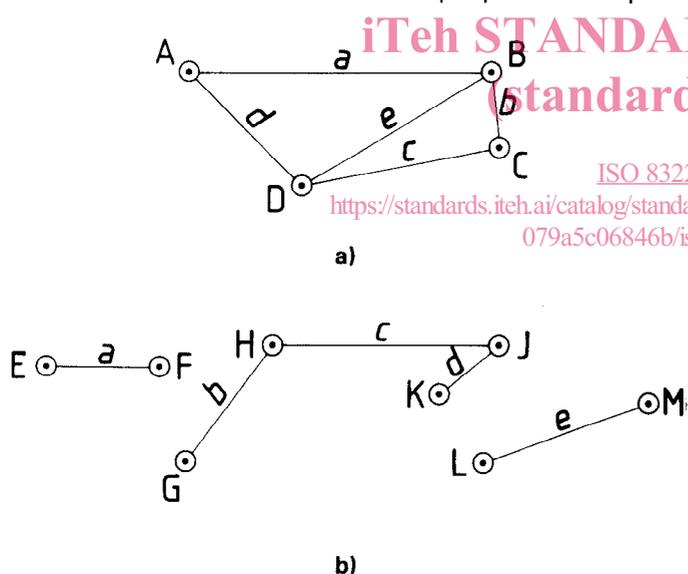


Figure 2 — Choix des points de nivellement

**5.3.1.2** Chacune des deux séries de mesurages effectués à des jours différents doit consister en cinq double mesurages des différences de hauteur (niveau). Ceci doit être organisé de telle façon que, après la première détermination de la différence de hauteur, le niveau soit déplacé, puis remis. Tous les mesurages devraient être effectués au millimètre près.

**5.3.1.3** Les accessoires utilisés et les conditions d'environnement doivent être similaires à ceux prévus dans les mesurages réels envisagés.

**5.3.1.4** Enregistrer les conditions d'environnement. Des changements de conditions d'environnement durant la période de construction peuvent rendre le résultat d'essai inapplicable. Dans ce cas, l'essai devrait être recommencé dans les nouvelles conditions.

### 5.3.2 Procédure de calcul (voir tableau 2)

Un exemple complet de l'analyse est donné dans le tableau 2 (colonnes 8, 11, 12, 13), pour une nivelle d'ingénieur, utilisant les mesurages donnés dans les colonnes 6, 7, 9 et 10 et il est recommandé que cette forme de présentation soit généralement utilisée.

**5.3.2.1** Calculer les différences entre la lecture au retour et la lecture à l'aller (colonne 6 moins colonne 7 et colonne 9 moins colonne 10).

Par exemple: mesurage 2: - 2080 et + 2077

**5.3.2.2** Calculer la valeur absolue  $d$  de la différence entre la colonne 8 et la colonne 11.

Par exemple: Mesurage 2:  $|d| = 3$

**5.3.2.3** Calculer le carré de  $d$  et la somme des carrés.

Par exemple: mesurage 2:  $|d^2| = 9$   
somme des carrés: 143

**5.3.2.4** Calculer l'écart-type sur une différence de hauteur lue une fois comme la racine carrée de la somme des écarts divisée par 10 (nombre de mesurages multiplié par 2).

Par exemple:  $s_1 = \sqrt{\frac{143}{10}} = \sqrt{14,3} = 3,8 \text{ mm}$

**5.3.2.5** Calculer l'écart-type sur une différence de hauteur nivelée deux fois le premier jour comme l'écart-type d'une différence de hauteur lue une fois divisé par  $\sqrt{2}$ .

Par exemple:  $s_{1 \text{ double}} = \frac{3,8}{\sqrt{2}} = 2,7 \text{ mm}$

**5.3.2.6** Répéter les procédures 5.3.1.2 à 5.3.2.5 le deuxième jour pour obtenir  $s_{2 \text{ double}}$ .

**5.3.2.7** L'écart-type global sur une différence de hauteur nivelée deux fois est

$$s_{\text{double}} = \sqrt{\frac{s_{1 \text{ double}}^2 + s_{2 \text{ double}}^2}{2}}$$

Par exemple:  $s_{\text{double}} = 3 \text{ mm}$