
**Optique et instruments d'optique —
Méthodes d'essai sur site des instruments
géodésiques et d'observation —**

**Partie 2:
Niveaux**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and
surveying instruments —*

Part 2: Levels

[ISO 17123-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4e73-4c25-bb85-b818c0e253d9/iso-17123-2-2001)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4e73-4c25-bb85-
b818c0e253d9/iso-17123-2-2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4e73-4c25-bb85-b818c0e253d9/iso-17123-2-2001)



PDF — Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17123-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4e73-4c25-bb85-b818c0e253d9/iso-17123-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4e73-4c25-bb85-b818c0e253d9/iso-17123-2-2001>

© ISO 2001

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'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Généralités	2
5 Méthode d'essai simplifiée	3
6 Méthode d'essai complète	5

Annexes

A Exemple de méthode d'essai simplifiée	10
A.1 Mesures	10
A.2 Calcul	10
B Exemple de méthode d'essai complète	12
B.1 Mesures	12
B.2 Calcul	12
B.3 Essais statistiques	13

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17123-2:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4e73-4c25-bb85-b818c0e253d9/iso-17123-2-2001>

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 17123 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.

La Norme internationale ISO 17123-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 6, *Instruments géodésiques et d'observation*.

Cette première édition de l'ISO 17123-2 annule et remplace l'ISO 8322-3:1989 et l'ISO 12857-1:1997 qui ont fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 17123 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Optique et instruments d'optique — Méthodes d'essai sur site des instruments géodésiques et d'observation*:

- *Partie 1: Théorie*
- *Partie 2: Niveaux*
- *Partie 3: Théodolites*
- *Partie 4: Télémètres électro-optiques (instruments MED)*
- *Partie 5: Tachéomètres électroniques*
- *Partie 6: Lasers rotatifs*
- *Partie 7: Instruments de plombage optique*

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 17123 sont données uniquement à titre d'information.

Optique et instruments d'optique — Méthodes d'essai sur site des instruments géodésiques et d'observation —

Partie 2: Niveaux

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 17123 spécifie les méthodes sur site à suivre lors de la détermination et de l'évaluation de la précision des niveaux (niveaux à bulle, niveaux compensateurs, niveaux numériques) et de l'équipement auxiliaire utilisé pour les mesurages de construction et d'observation. En premier lieu, ces essais sont destinés à être des vérifications de terrain de l'adéquation d'un instrument particulier et pour satisfaire aux exigences des autres normes. Ils ne sont pas proposés comme des essais d'évaluations de l'acceptation et de la performance, plus compréhensibles par nature.

Cette norme peut être appréhendée comme l'une des premières étapes dans le processus d'évaluation de l'incertitude d'un mesurage (plus précis d'un mesurande). L'incertitude d'un résultat de mesurage dépend d'un certain nombre de facteurs. Ces facteurs incluent, entre autres: répétabilité, reproductibilité, et une évaluation de toutes les sources d'erreurs possibles telles que prescrites dans le Guide ISO de l'expression de l'incertitude de mesurage (GUM).

Ces méthodes sur site peuvent s'appliquer n'importe où sans équipement auxiliaire spécial, et sont conçues de manière à réduire les influences atmosphériques.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4c73-4c25-bb85-b818c0e253d9/iso-17123-2-2001>

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 17123. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 17123 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 3534-1, *Statistique — Vocabulaire et symboles — Partie 1: Probabilité et termes statistiques*

ISO 4463-1, *Méthodes de mesurage pour la construction — Piquetage et mesurage — Partie 1: Planification et organisation, procédures 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 9849, *Optique et instruments d'optique — Instruments géodésiques et d'observation — Vocabulaire*

ISO 17123-1, *Optique et instruments d'optique — Méthodes d'essai sur site pour les instruments géodésiques et d'observation — Partie 1: Théorie*

GUM, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesurage*

VIM, *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 17123, les termes et définitions données dans l'ISO 3534-1, l'ISO 4463-1, l'ISO 7077, l'ISO 7078, l'ISO 9849, l'ISO 17123-1, le GUM et le VIM s'appliquent.

4 Généralités

4.1 Exigences

Avant de procéder à l'observation, il est important que l'opérateur recherche si la précision du matériel de mesure est appropriée à la tâche de mesure prévue.

Le niveau ainsi que le matériel auxiliaire doivent se trouver dans un état de réglage permanent connu et acceptable, conformément aux méthodes indiquées dans le manuel du fabricant, et être utilisés avec des trépieds et des mires de nivellement, comme recommandé par le fabricant.

Les résultats de ces essais sont influencés par les conditions météorologiques, notamment par la température. Un ciel couvert et un vent faible sont les conditions les plus favorables. Les conditions particulières à prendre en compte peuvent varier selon l'endroit où les tâches doivent être effectuées. Il convient également de noter les conditions météorologiques réelles au moment de la mesure et le type de surface sur laquelle les mesures sont pratiquées. Les conditions choisies pour les essais doivent correspondre à celles prévues lorsque la tâche de mesure est effectivement exécutée (voir l'ISO 7077 et l'ISO 7078).

Les essais pratiqués en laboratoires donneraient des résultats qui ne seraient presque pas soumis aux influences atmosphériques, mais leur coût est très élevé et, par conséquent, la plupart des utilisateurs n'y ont pas recours. Par ailleurs, les essais en laboratoire exigent des précisions nettement supérieures à celles pouvant être obtenues sur le terrain.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/111db449-4e73-4c25-bb85-b818c0e253d9/iso-17123-2-2001>

La présente partie de l'ISO 17123 décrit deux méthodes sur site détaillées aux articles 5 et 6. L'opérateur doit choisir la méthode qui répond le mieux aux exigences particulières du projet.

4.2 Méthode 1: Méthode d'essai simplifiée

La méthode d'essai simplifiée fournit une estimation de la précision d'un matériel de mise à niveau donné utilisé par un opérateur, et indique si elle se situe dans un écart autorisé spécifié, conformément à l'ISO 4463-1.

Cette méthode d'essai a généralement pour but de vérifier la précision d'un niveau optique à utiliser pour des applications de mise à niveau radiale (polaire), pour des tâches pour lesquelles des mesures avec des longueurs de site inégales sont courantes (chantiers de construction, par exemple).

La méthode d'essai simplifiée s'appuie sur un nombre limité de mesures. Par conséquent, un écart-type significatif ne peut pas être calculé. Si une évaluation plus pointue de la précision du niveau dans des conditions de terrain est requise, il est recommandé d'adopter la méthode d'essai complète, détaillée à l'article 6, qui est plus rigoureuse.

La méthode consiste à déterminer une différence de hauteur entre deux points, environ 60 m, qui est acceptée comme valeur vraie. La différence entre la différence de hauteur mesurée sur des longueurs de visée inégales et la valeur acceptée comme vraie entre les deux mêmes points de mesure indique si le niveau donne lieu à un écart autorisé (conformément à l'ISO 4463-1) spécifiée pour la tâche de mesure prévue.

4.3 Méthode 2: Méthode d'essai complète

La méthode d'essai complète doit être adoptée pour déterminer la meilleure mesure de précision d'un niveau particulier et de son équipement auxiliaire dans des conditions de terrain, et nécessite des longueurs de visée

égales (variation maximale de 10 %). Elle est généralement destinée à des essais de terrain de niveaux à utiliser pour des applications de mise à niveau plus précises et linéaires et pour d'autres observations majeures (ingénierie civile, par exemple).

Les longueurs de visée recommandées sont égales à 30 m. Des longueurs supérieures peuvent être adoptées pour cette précision lorsque cela est spécifié dans le projet, ou pour déterminer la gamme de la mesure de précision d'un niveau aux distances respectives.

La méthode d'essai complète se base uniquement sur des longueurs de visée égales. Un déplacement de l'axe de collimation du niveau ne peut pas être détecté par cette méthode. Mais, cette erreur de collimation n'a pas d'influence sur l'écart-type expérimental ni sur la différence des décalages du point zéro des mires de nivellement. Pour déterminer l'erreur de collimation, l'instrument doit être vérifié avant de procéder à la mise à niveau, conformément au manuel du fabricant.

La méthode d'essai, détaillée à l'article 6 de la présente partie de l'ISO 17123, a pour but de déterminer la mesure de précision d'un niveau particulier. Cette mesure est exprimée en fonction de l'écart-type expérimental d'une mise à niveau double sur 1 km:

$$s_{\text{ISO-LEV}}$$

De plus, cette méthode peut être utilisée pour déterminer:

- la mesure de précision de niveaux effectuée par une équipe d'observation unique avec un instrument unique et son équipement auxiliaire, à un moment donné;
- la mesure de précision d'un instrument unique dans des conditions temporelles;
- la mesure de précision de chaque niveau afin d'effectuer une comparaison de leur précision réalisable respective devant être obtenue dans des conditions de terrain similaires.

Il convient de pratiquer des essais statistiques pour déterminer si l'écart-type expérimental s obtenu appartient à la population de l'écart-type théorique, σ , des instruments, si les deux échantillons testés appartiennent à la même population et si la différence, δ , des points zéro des mires de nivellement est égale à zéro (voir article 6.4 de la présente partie de l'ISO 17123).

5 Méthode d'essai simplifiée

5.1 Configuration de la ligne d'essai

Afin de réduire au maximum l'influence de la réfraction, une zone d'essai à peu près horizontale doit être choisie. Deux points de nivellement A et B doivent être définis à une distance approximative de $\Delta = 60$ m (ou de manière à couvrir la gamme applicable au projet). Pour garantir la fiabilité des résultats, les mires de nivellement doivent occuper des positions stables et être bien fixées lors des mesures d'essai, y compris lors des mesures à répétition.

5.2 Mesures

Avant le début des mesures, il est bon de laisser l'instrument s'acclimater à la température ambiante. La durée requise est d'environ deux minutes par degré Celsius de différence de température. En outre l'utilisateur doit vérifier l'erreur de collimation avant l'essai.

Deux séries de lectures doivent être pratiquées. Pour la première série, le niveau doit être à peu près équidistant des points de nivellement A et B ($\Delta/2 = 30$ m). Cette configuration permet de réduire l'influence de la réfraction et du déplacement de l'axe de collimation (voir Figure 1). Une série de dix mesures doit être effectuée, chaque mesure consistant en une lecture arrière, $x_{A,j}$, vers la mire de nivellement au point A et d'une lecture avant, $x_{B,j}$, vers la mire de nivellement au point B, ($j = 1, \dots, 10$). Entre chaque paire de lectures, l'instrument doit être soulevé et placé dans une position légèrement différente. Après cinq mesures ($x_{A,1}, x_{B,1}, \dots, x_{A,5}, x_{B,5}$) les lectures avant et arrière doivent être inversées pour cinq autres mesures ($x_{B,6}, x_{A,6}, \dots, x_{B,10}, x_{A,10}$).

Dimensions en mètres

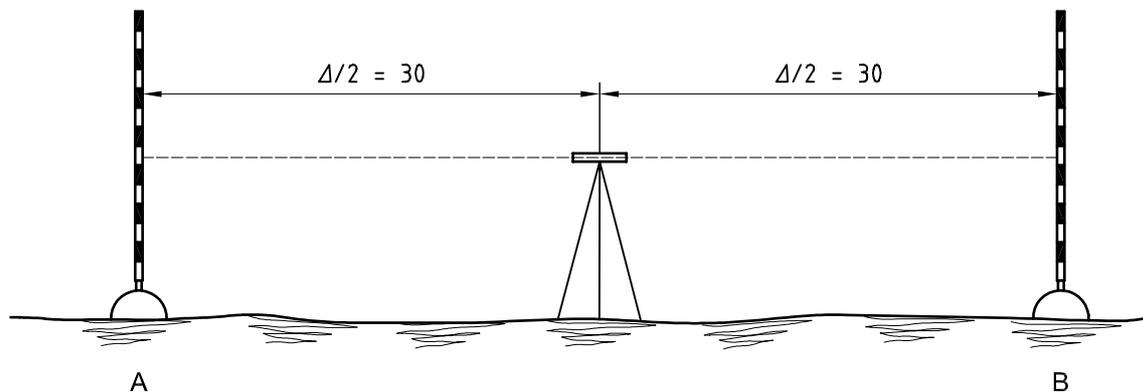


Figure 1 — Première configuration de la ligne d'essai pour la méthode d'essai simplifiée

Pour la seconde série de lectures, le niveau doit être défini approximativement à $\Delta/6 = 10$ m du point A et à $5\Delta/6 = 50$ m du point B (voir Figure 2). Puis, dix autres mesures ($x_{A,11}, x_{B,11}, \dots, x_{A,15}, x_{B,15}; x_{B,16}, x_{A,16}, \dots, x_{B,20}, x_{A,20}$) doivent être effectuées de la même manière que celle définie pour la première série de mesures ($j = 11, \dots, 20$).

Dimensions en mètres



Figure 2 — Seconde configuration de la ligne d'essai pour la méthode d'essai simplifiée

5.3 Calcul

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}; \quad j = 1, \dots, 20 \quad (1)$$

où d_j représente la différence entre la lecture arrière $x_{A,j}$ et la lecture avant $x_{B,j}$.

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{10} d_j}{10} \quad (2)$$

où \bar{d}_1 est la moyenne arithmétique des différences de hauteur d_j de la première série de mesures.

La valeur de \bar{d}_1 représente la vraie différence de hauteur entre les points de nivellement A et B.

$$r_j = \bar{d}_1 - d_j; \quad j = 1, \dots, 10 \quad (3)$$

où r_j est le reste de la différence de hauteur mesurée correspondante d_j de la première série de mesures entre les deux points de nivellement A et B.

Comme vérification arithmétique, la somme des restes de la série 1 doit être égale à zéro:

$$\sum_{j=1}^{10} r_j = 0 \quad (4)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} r_j^2}{\nu}} \quad (5)$$

où

$\sum_{j=1}^{10} r_j^2$ est la somme des carrés des restes r_j de la série 1;

$\nu = 10 - 1 = 9$ est le nombre de degrés de liberté correspondant et;

s est l'écart-type expérimental d'une différence de hauteur d_j dérivée des mesures de la série 1.

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=11}^{20} d_j}{10} \quad (6)$$

où \bar{d}_2 est la moyenne arithmétique des différences de hauteurs d_j de la seconde série de mesures.

La différence $\bar{d}_1 - \bar{d}_2$ doit être comprise dans l'écart autorisé spécifié $\pm p$ (conformément à l'ISO 4463-1) pour la tâche de mesure prévue. Si p n'est pas donné, la différence doit être $|\bar{d}_1 - \bar{d}_2| < 2,5 \times s$, où s est l'écart-type expérimental calculé selon la formule (5).

Si la différence $|\bar{d}_1 - \bar{d}_2|$ est trop grande, cela indique une incertitude excessive de la mesure sur la longue distance (50 m), résultant d'une erreur de lecture, de la réfraction et du déplacement de l'axe de collimation.

Dans ce cas, il convient de

- vérifier l'erreur de collimation conformément au manuel d'utilisation;
- réduire la distance maximale.

6 Méthode d'essai complète

6.1 Configuration de la ligne d'essai

Afin de réduire au maximum l'influence de la réfraction, une zone d'essai à peu près horizontale doit être choisie. Il convient que le sol soit compact et que la surface soit uniforme. En cas d'ensoleillement direct, l'instrument doit être protégé, à l'aide d'un parapluie, par exemple.

Les deux points de nivellement A et B doivent se trouver à une distance approximative de $\Delta = 60$ m. Pour garantir la fiabilité des résultats, les mires de nivellement doivent occuper des positions stables et être bien fixées lors des mesures d'essai, y compris lors des mesures à répétition.

Le niveau doit être à peu près équidistant des points de nivellement A et B ($\Delta/2 = 30 \text{ m} \pm 3 \text{ m}$) afin de réduire l'influence de la réfraction et du déplacement de l'axe de collimation (voir Figure 3).

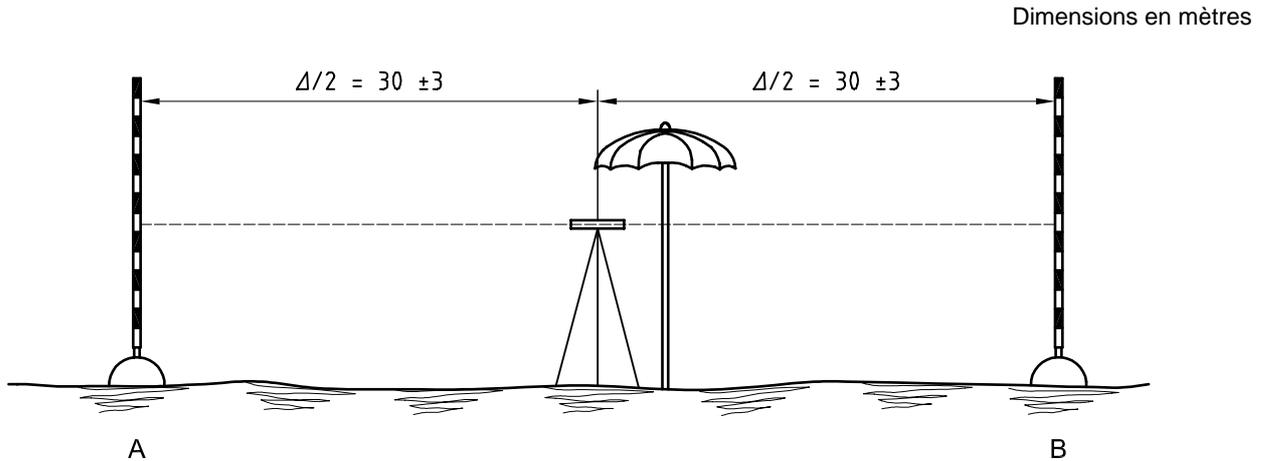


Figure 3 — Configuration de la ligne d'essai pour la méthode d'essai complète

6.2 Mesures

Avant le début des mesures, il est bon de laisser l'instrument s'acclimater à la température ambiante. La durée requise est d'environ 2 min par degré Celsius de différence de température. En outre l'utilisateur doit vérifier l'erreur de collimation avant l'essai.

(standards.iteh.ai)

Deux séries de lectures doivent être effectuées. La première doit consister en vingt paires de lectures, chaque mesure comprenant une lecture arrière $x_{A,j}$ vers la mire de nivellement au point A et une lecture avant $x_{B,j}$ vers la mire de nivellement au point B ($j = 1, \dots, 20$). Entre chaque paire de lectures, l'instrument doit être soulevé et placé dans une position légèrement différente. Après dix mesures ($x_{A,1}, x_{B,1}, \dots, x_{A,10}, x_{B,10}$), les lectures avant et arrière doivent être inversées pour dix autres mesures ($x_{B,11}, x_{A,11}, \dots, x_{B,20}, x_{A,20}$).

Puis, les deux mires de nivellement aux points A et B doivent être interchangées et la méthode doit être répétée encore vingt fois ($x_{A,21}, x_{B,21}, \dots, x_{A,30}, x_{B,30}; x_{B,31}, x_{A,31}, \dots, x_{B,40}, x_{A,40}$) de la même manière que celle décrite pour la première série de mesures.

6.3 Calcul

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}; \quad j = 1, \dots, 40 \tag{7}$$

où d_j est la différence entre la lecture arrière, $x_{A,j}$, et la lecture avant, $x_{B,j}$.

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} \tag{8}$$

où \bar{d}_1 est la moyenne arithmétique des différences de hauteur, d_j , de la première série de mesures.

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=21}^{40} d_j}{20} \tag{9}$$

où \bar{d}_2 est la moyenne arithmétique des différences de hauteur, d_j , de la seconde série de mesures.

La différence:

$$\delta = \bar{d}_1 - \bar{d}_2 \quad (10)$$

n'a pas n'a pas d'incidence sur l'écart-type expérimental, mais est un indicateur d'une différence des décalages du point zéro des deux mires de nivellement. Pour une interprétation appropriée, se reporter au paragraphe 6.4.4.

Les restes sont calculés comme suit:

$$r_j = \bar{d}_1 - d_j; \quad j = 1, \dots, 20 \quad (11)$$

$$r_j = \bar{d}_2 - d_j; \quad j = 21, \dots, 40 \quad (12)$$

où r_j est le reste de la différence de hauteur mesurée correspondante, d_j , entre les deux points de nivellement A et B.

Comme vérification arithmétique, les sommes des restes des séries 1 et 2 doivent être égales à zéro:

$$\sum_{j=1}^{20} r_j = 0 \quad (13)$$

$$\sum_{j=21}^{40} r_j = 0 \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^{40} r_j^2 = \sum_{j=1}^{20} r_j^2 + \sum_{j=21}^{40} r_j^2 \quad (15)$$

où $\sum_{j=1}^{40} r_j^2$ est la somme des carrés de tous les restes r_j .

$$\nu = 2 \times (20 - 1) = 38 \quad (16)$$

où ν est le nombre de degrés de liberté.

L'écart-type expérimental, s , est correct pour une différence de hauteur à une distance de 60 m:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{\nu}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{38}} \quad (17)$$

$$s_{\text{ISO-LEV}} = \frac{s}{\sqrt{2}} \times \sqrt{\frac{1\,000\text{ m}}{60\text{ m}}} = s \times 2,89 \quad (18)$$

où $s_{\text{ISO-LEV}}$ est l'écart-type expérimental pour une mise à niveau double sur 1 km.

6.4 Essais statistiques

6.4.1 Généralités

Les essais statistiques sont recommandées que pour la méthode d'essai complète.