

# NORME INTERNATIONALE

**ISO**  
**8322-5**

Première édition  
1991-11-15

---

---

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

**Partie 5**  
**Instruments de plombage optique**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4920704-3912-4270-818c-d1980a01c19/iso-8322-5-1991>  
**ISO 8322-5:1991**  
*Building construction — Measuring instruments — Procedures for  
determining accuracy in use*  
*Part 5: Optical plumbing instruments*



Numéro de référence  
ISO 8322-5:1991(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 vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8322-5 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 59, *Construction immobilière*, sous-comité SC 4, *Tolérances et ajustements dans le bâtiment*.

L'ISO 8322 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Construction immobilière — Instruments de mesure — Procédures de détermination de l'exactitude d'utilisation*:

- *Partie 1: Théorie*
- *Partie 2: Rubans de mesure*
- *Partie 3: Instruments optiques de nivellement*
- *Partie 4: Théodolites*
- *Partie 5: Instruments de plombage optique*
- *Partie 6: Instruments à laser*
- *Partie 7: Instruments utilisés pour l'implantation*
- *Partie 8: Appareils de mesure de distances à train d'ondes jusqu'à 150 m*

© ISO 1991

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

- *Partie 9: Appareils de mesure de distances à train d'ondes jusqu'à 500 m*
- *Partie 10: Essais des réflecteurs de courte portée*

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

ISO 8322-5:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49264764-5972-4276-818e-d1980a6fcf19/iso-8322-5-1991>

## Introduction

La présente Norme internationale consiste en une série de plusieurs parties dans lesquelles sont prescrites 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.

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

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

ISO 8322-5:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49264764-5972-4276-818e-d1980a6fcf19/iso-8322-5-1991>

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

## Partie 5: Instruments de plombage optique

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8322 prescrit les procédures d'essais à adopter pour déterminer et évaluer l'exactitude d'utilisation des instruments de plombage optique utilisés à des fins de mesurage.

Les procédures prescrites dans la présente partie de l'ISO 8322 s'appliquent quand les instruments servent à des mesures d'arpentage, de contrôle et de conformité ou pour recueillir des données sur l'exactitude dans le domaine de la construction immobilière.

### 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 partie de l'ISO 8322. 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 partie de l'ISO 8322 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 3534:1977, *Statistique — Vocabulaire et symboles*.

ISO 4463-1:1989, *Méthodes de mesurage pour la construction — Piquetage et mesurage — Partie 1: Planification et organisation, procédures de mesurage et critères d'acceptation*.

ISO 7077:1981, *Méthodes de mesurage pour la construction — Principes généraux pour la vérification de la conformité dimensionnelle*.

ISO 7078:1985, *Construction immobilière — Procédés pour l'implantation, le mesurage et la topométrie — Vocabulaire et notes explicatives*.

### 3 Généralités

**3.1** Avant de commencer l'arpentage, 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.

- Hypothèses:**
- $P$  est l'écart admissible de la tâche de mesure
  - $A$  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-types obtenus pendant les essais sur le terrain

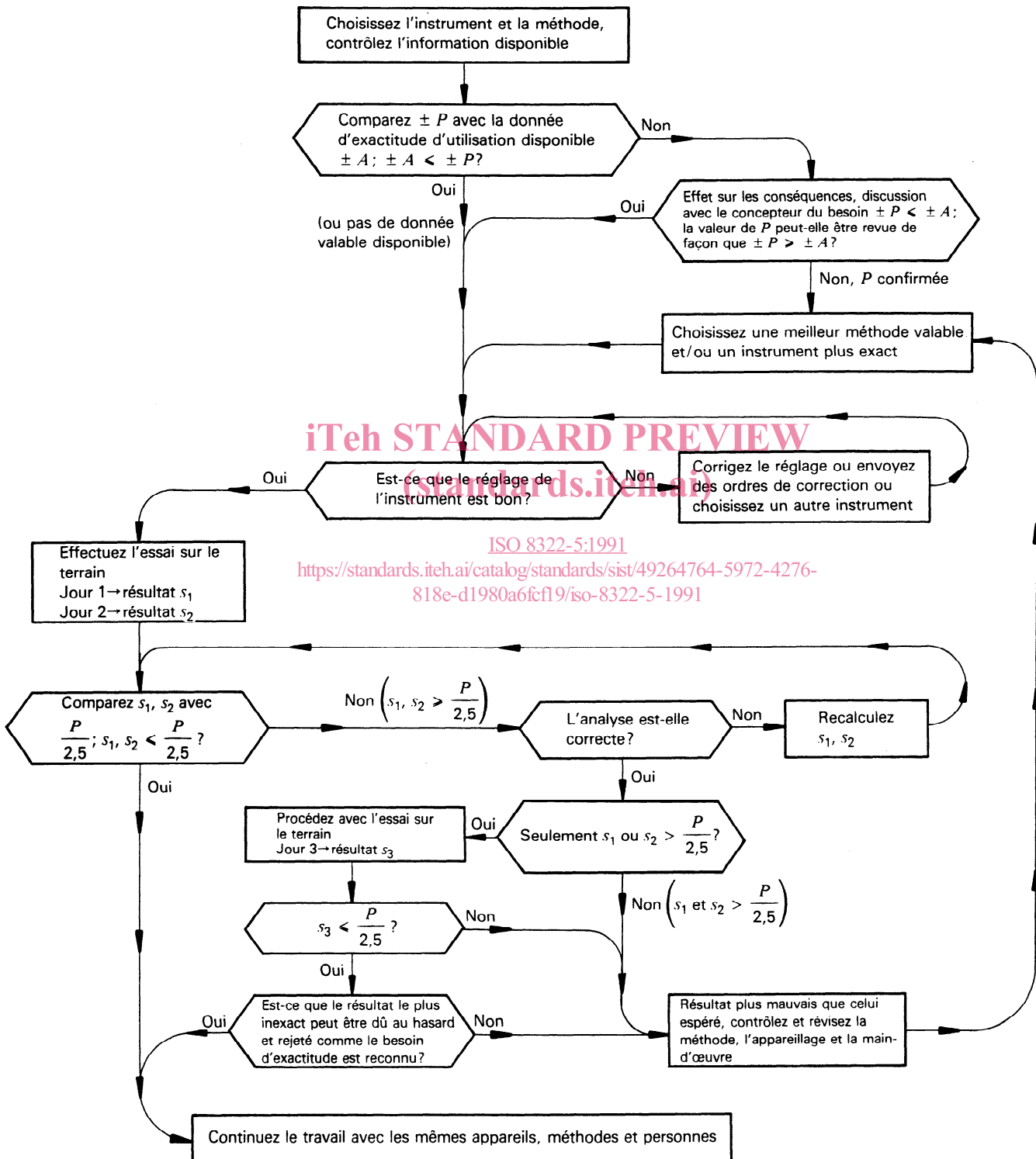


Figure 1 — Ordinogramme pour les essais de l'exactitude d'utilisation

Les procédures sont conçues de façon que les erreurs systématiques soient largement éliminées et supposent que les instruments considérés sont correctement réglés selon les méthodes décrites 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.

**3.2** La figure 1 indique schématiquement les décisions à prendre lorsqu'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 des conditions d'environnement susceptibles de se produire lorsque le travail sera réellement effectué. Lorsque les documents du contrat prescrivent la tolérance exigée pour l'opération de mesure prévue, il est recommandé que cette tolérance, habituellement exprimée par les écarts admissibles  $P$  ( $P = 2,5 \sigma$ ) de la tâche de mesure, 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 prescrits pour la tâche de mesure, il y a lieu de considérer soit la possibilité d'utiliser une autre méthode et/ou un instrument plus précis, soit celle de débattre avec le concepteur de la nécessité 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 prescrits. Lorsque la comparaison montre que les écarts admissibles prescrits n'ont pas été respectés 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.

## 4 Procédures pour les instruments de plombage optique

### 4.1 Généralités

L'exactitude de tout type d'instrument de plombage optique dépend de la distance verticale sur laquelle on effectue l'opération de plombage. L'exactitude d'utilisation prévisible est donc généralement exprimée en termes d'écart latéral relatif, défini comme le quotient de l'exactitude obtenue par la différence de hauteur.

### 4.2 Types d'instruments de plombage optique

On distingue trois types suivants d'instruments de plombage optique.

- Les instruments à niveau de maçon. Un nivellement croisé est recommandé avant chaque observation de sorte que la ligne de visée coïncide avec l'aplomb.
- Les instruments à compensateur unique. Le compensateur garantit que la ligne de visée se situe dans un plan vertical tel que l'aplomb se trouve à l'intersection de deux plans verticaux perpendiculaires entre eux.
- Les instruments à deux compensateurs. Les compensateurs opèrent sur deux plans perpendiculaires entre eux, de sorte que l'aplomb coïncide avec la ligne de visée.

Chacun de ces types d'instruments peut être pourvu d'une lunette de visée simple ou à laser.

Les instruments de plombage optique peuvent être pointés vers le haut, le bas ou les deux directions à la fois. La même méthode s'applique dans tous les cas.

### 4.3 Méthodes d'essai de l'exactitude

#### 4.3.1 Généralités

Les méthodes suivantes doivent être adoptées pour déterminer l'exactitude d'utilisation obtenue par une équipe d'arpentage donnée employant un instrument particulier et son matériel auxiliaire.

Deux méthodes sont proposées au choix. La première (méthode 1) est plus simple à mettre en œuvre, la seconde (méthode 2) est plus complexe, requiert un matériel auxiliaire de meilleure qualité et davantage de calculs. Le matériel auxiliaire prévu pour la méthode 1 est meilleur marché, mais la méthode 2 autorise une estimation plus fine de l'exactitude d'utilisation.

Afin de réduire au minimum l'effet des erreurs systématiques, il est recommandé que chaque mesurage à l'aide d'un instrument de plombage optique comprenne deux observations, la lunette étant orientée dans des directions diamétralement opposées.

**4.3.2 Méthode 1**

Les résultats du mesurage sont portés sur un formulaire (voir tableau 1-B). Un exemple de formulaire rempli est donné au tableau 1-A.

**4.3.2.1 Observations**

a) Prévoir une balise pouvant recevoir des repères à sa surface horizontale dont les emplacements seront relevés à l'aide d'une grille rectangulaire et transparente  $x, y$ , graduée en millimètres. La surface horizontale doit être d'un matériau sur lequel on puisse porter des marques au crayon aisément effaçables. Les marques au crayon successives ne pourront ainsi aucunement être faussées par des marques précédentes. Le cache transparent doit être fixé de sorte qu'il retrouve toujours la même position.

Disposer cette balise à une hauteur conforme à la tâche envisagée, approximativement à la verticale au-dessus ou en dessous du trait par rapport auquel on centre l'instrument.

Le réticule de la lunette doit être orienté parallèlement aux axes de la balise pendant chaque observation.

b) Le tableau 1-A constitue un exemple établi à partir d'un instrument de plombage optique à compensateur unique.

Chaque mesurage de  $x$  (ou de  $y$ ) doit comprendre deux observations effectuées avec la lunette disposée dans des positions diamétralement opposées. (Voir colonnes 3 et 5.)

Si l'on utilise un instrument à niveau de maçon ou à deux compensateurs, chaque position de la lunette donne simultanément les valeurs de  $x$  et de  $y$ . Deux positions opposées de la lunette suffisent dans ce cas.

c) Relever les conditions climatiques. Des changements climatiques en cours de construction peuvent rendre les résultats de l'essai inapplicables. Reprendre alors l'essai dans ces nouvelles conditions.

**4.3.2.2 Calcul**

Un exemple de calcul complet figure au tableau 1-A, colonnes 4, 6, 7, 8, 9 et 10, pour un instrument de plombage optique à compensateur unique. Cet

exemple a été établi d'après les mesures indiquées aux colonnes 3 et 5; il est recommandé d'adopter cette présentation.

- a) Calculer à la colonne 4 la moyenne  $x = (x'_1 + x'_2)/2$  et à la colonne 6 la moyenne  $y = (y'_1 + y'_2)/2$

EXEMPLE

Pour la séquence 1:  $x = 20,00$  mm  
 $y = 15,25$  mm

- b) Calculer les moyennes  $\bar{x}$  et  $\bar{y}$  de  $x_1, x_2 \dots x_{10}$  et  $y_1, y_2 \dots y_{10}$ .

EXEMPLE

$\bar{x} = 19,20$  mm       $\bar{y} = 15,02$  mm

- c) Calculer les écarts  $v_x = (x - \bar{x})$  et  $v_y = (y - \bar{y})$  aux colonnes 7 et 9 à partir des moyennes arithmétiques.

Afin de réduire au minimum les erreurs d'arrondi, effectuer le calcul de chaque écart  $v$  à 0,01 mm près. À titre de contrôle arithmétique, s'assurer que la somme des 10 écarts pour  $x$  et  $y$  est approximativement égale à zéro.

ISO 8322-5: EXEMPLE

Pour la séquence 1:  $v_{x_1} = 0,80$  mm  
 $v_{y_1} = 0,23$  mm

- d) Calculer les carrés des écarts  $v_x^2$  et  $v_y^2$  aux colonnes 8 et 10.

EXEMPLE

Pour la séquence 1:  $v_{x_1}^2 = 0,64$  mm<sup>2</sup>  
 $v_{y_1}^2 = 0,05$  mm<sup>2</sup>

- e) Calculer les écarts-types pour le premier jour comme étant égaux à la racine carrée de la somme des carrés divisée par 9 (= nombre d'observations redondantes).

EXEMPLE

$$s_{x_1} = \sqrt{\frac{3,72}{9}} = 0,64 \text{ mm}$$

$$s_{y_1} = \sqrt{\frac{1,54}{9}} = 0,41 \text{ mm}$$

- f) Appliquer de nouveau la méthode de calcul le second jour pour obtenir  $s_{x_2}$  et  $s_{y_2}$ , à savoir les écarts-types applicables au second jour.

EXEMPLE

$s_{x_2} = 0,40$  mm



$$s_{y_2} = 0,70 \text{ mm}$$

- g) Les écarts-types globaux estimés dans les directions  $x$  et  $y$  pour tout mesurage unique de l'aplomb sont les suivants:

$$s_x = \sqrt{\frac{s_{x_1}^2 + s_{x_2}^2}{2}}$$

$$s_y = \sqrt{\frac{s_{y_1}^2 + s_{y_2}^2}{2}}$$

#### EXEMPLE

$$s_x = 0,5 \text{ mm} \quad s_y = 0,6 \text{ mm}$$

- h) Calculer l'écart-type radial global estimé d'un instrument de plombage optique comme suit:

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

#### EXEMPLE

$$s = 0,8 \text{ mm}$$

- i) Calculer l'écart relatif.

#### EXEMPLE

$$\text{Pour } h = 20,9 \text{ m: } s \approx 1:26\,000$$

### 4.3.3 Méthode 2

Les résultats du mesurage sont portés sur un formulaire (voir tableau 2-B). Un exemple de formulaire rempli est donné au tableau 2-A.

#### 4.3.3.1 Observations

- a) Mettre en place comme balise une échelle, plaque graduée ou mire. L'espacement des repères de graduation,  $t$ , de la balise doit être tel que la largeur du champ apparaissant dans la lunette ne forme pas un angle supérieur à  $10'$ .

La valeur de  $t$  est obtenue, en millimètres, de la façon suivante:

$$t \leq \frac{h_m}{\Gamma} \times 2,9$$

où

$h_m$  est la hauteur de l'aplomb, en mètres;

$\Gamma$  est la puissance de grossissement de la lunette.

Exprimer la valeur de  $t$  à 1 cm près.

Fixer la balise à une hauteur conforme à la tâche envisagée et la placer verticalement au-dessus

ou en dessous du repère par rapport auquel est centré l'instrument.

Pour obtenir des mesures indépendantes entre elles, disposer la balise sur un support et lui faire subir des déplacements aléatoires entre les mesurages successifs. La portée du déplacement du support doit être au moins égale à l'unité d'échelle de la balise. La position du support est relevée à l'aide d'une vis micrométrique, d'un cadran micrométrique ou d'un appareil équivalent, d'une précision telle que la valeur correspondant à la position du support puisse figurer de façon fiable dans les calculs.

La croisée du réticule de la lunette doit être orientée parallèlement aux axes de la balise.

- b) Chacune des deux séries de mesures intervenant à deux jours différents doit comprendre 10 séquences distinctes de mesure. Chaque mesure doit inclure quatre observations effectuées avec la lunette orientée successivement à  $0^\circ$  (0 gr),  $90^\circ$  (100 gr),  $180^\circ$  (200 gr) et  $270^\circ$  (300 gr) (voir tableau 2-B).

Le tableau 2-B constitue un exemple établi à l'aide d'un instrument de plombage optique à niveau de maçon. Les relevés doivent être effectués dans les quatre positions. Lors de l'utilisation d'un instrument à compensateur unique, procéder comme décrit en 4.3.2.1 b).

- c) Relever les conditions climatiques. Des changements climatiques en cours de construction peuvent rendre les résultats de l'essai inapplicables. Reprendre alors l'essai dans ces nouvelles conditions.

#### 4.3.3.2 Calcul

Un exemple de calcul complet figure au tableau 2-A, colonnes 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13 et 14. Cet exemple a été établi à l'aide d'un instrument de plombage optique à niveau de maçon et d'une mire et d'après les mesures indiquées aux colonnes 3, 5, 7 et 8; il est recommandé d'adopter cette présentation.

- a) Calculer à la colonne 4 la moyenne  $x = (x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4)/4$  et à la colonne 6 la valeur de  $y = (y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4)/4$  de chaque séquence.

#### EXEMPLE

$$\text{Pour la séquence 1: } x = 367,0 \text{ mm} \\ y = 720,5 \text{ mm}$$

- b) Ajouter à la valeur de la colonne 4 la valeur  $b_x$  du support à la colonne 7 et à la valeur de la colonne 6 la valeur  $b_y$  du support à la colonne 8 (colonnes 9 et 10).