

NORME INTERNATIONALE

ISO
8322-4

Première édition
1991-11-15

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

Partie 4:
Théodolites

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8322-4:1991](https://standards.iteh.ai/ISO/8322-4:1991)

<https://standards.iteh.ai/ISO/8322-4:1991> *Building construction — Measuring instruments — Procedures for
determining accuracy in use —*

Part 4: Theodolites



Numéro de référence
ISO 8322-4:1991(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 8322-4 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 8322-4:1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c71bca17-3a59-485b-a209-36056e821bf9/iso-8322-4-1991)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c71bca17-3a59-485b-a209-36056e821bf9/iso-8322-4-1991>

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 8322-4:1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c71bca17-3a59-485b-a209-36056e821bf9/iso-8322-4-1991)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c71bca17-3a59-485b-a209-36056e821bf9/iso-8322-4-1991>

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

Partie 4: Théodolites

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 théodolites lors du mesurage d'angles horizontaux et verticaux exprimés en grades ou en degrés.

Les procédures prescrites dans la présente partie de l'ISO 8322 s'appliquent quand les théodolites 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 σ)
 s sont les écarts-types obtenus pendant les essais sur le terrain

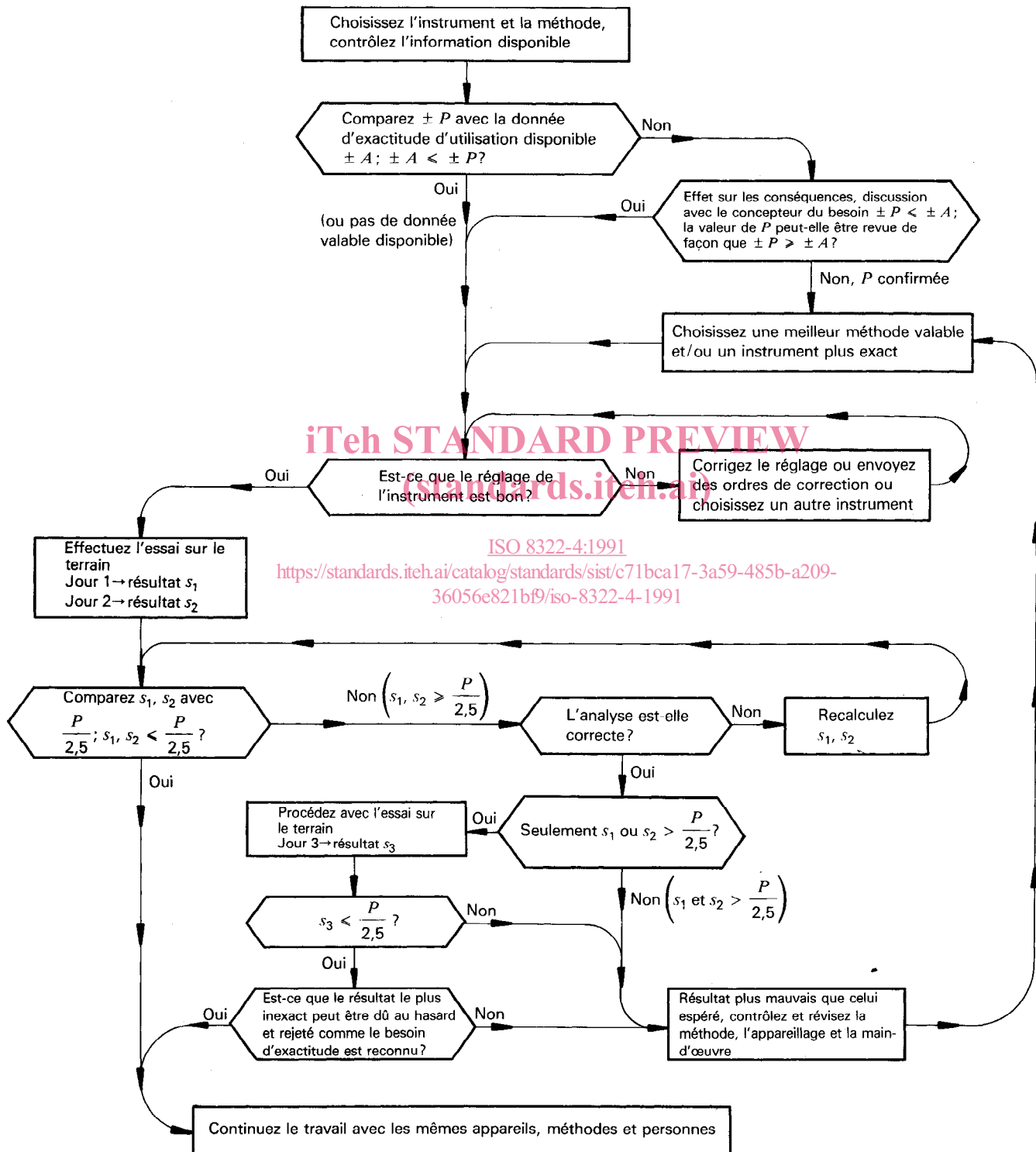


Figure 1 — Ordinoigramme pour les essais de l'exactitude d'utilisation

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 théodolites

4.1 Méthode d'essai de l'exactitude

La méthode suivante doit être adoptée pour déterminer l'exactitude d'utilisation par une équipe d'arpentage donnée d'un instrument particulier et de son matériel auxiliaire.

Lors de l'installation d'un théodolite pour plusieurs séries d'observations, veiller particulièrement au centrage lors de la mise en station. L'exactitude de centrage possible, exprimée en termes d'écart-types, est la suivante:

- Fil à plomb: 1 mm à 2 mm (plus importante s'il y a du vent).
- Instrument de plombage optique: 0,5 mm (doit faire l'objet d'un réglage particulier).
- Canne de centrage: 1 mm.

Les balises étant placées à des distances de 100 m, une erreur de centrage de 2 mm peut modifier l'angle observé dans des proportions atteignant 1,2 mgr (4''). Plus la distance est faible, plus l'effet est important.

Si l'on doit redisposer les balises pour chaque série de relevés, le centrage doit être effectué avec le même soin.

4.2 Mesurage des directions horizontales

Les résultats du mesurage des directions horizontales doivent être portés sur un formulaire (voir tableau 1-B). Un exemple de formulaire rempli, les résultats étant exprimés en grades, est donné au tableau 1-A. Les résultats en division sexagésimale du théodolite figurent au tableau 2-A.

4.2.1 Observations

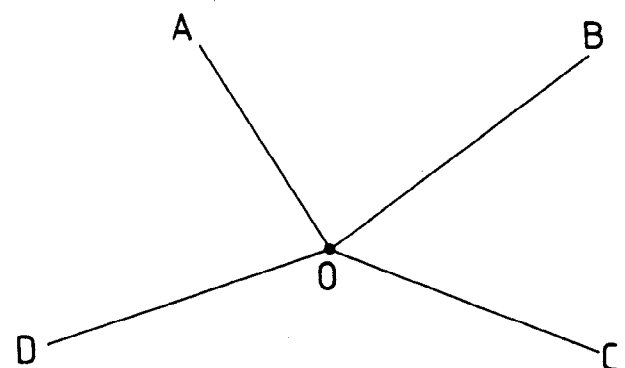


Figure 2 — Disposition des balises

4.2.1.1 Disposer quatre balises A, B, C et D formant un angle aussi ouvert que possible, au moins égal à 100 gr ou 90°, placées à distance d'un point de repérage fixe O et selon une forme proportionnée à celle prévue sur le site de construction considéré. (Voir figure 2.) Il y a lieu de définir précisément la position des balises et du théodolite qui demeureront stables pendant la durée de l'essai, les balises étant bien visibles depuis le point de repérage.

4.2.1.2 Chaque série de mesures doit comprendre quatre séquences distinctes de relevés des directions OA, OB, OC et OD (voir tableau 1-B, colonne 2). Les quatre points sont observés, la lunette placée sur le cercle gauche (voir colonne 3) dans l'ordre A—B—C—D et sur le cercle droit (voir colonne 4) dans l'ordre D—C—B—A. Après chaque séquence de mesures, déplacer le cercle horizontal d'environ 50 gr ou 45° et observer le même ordre pour cette nouvelle séquence de mesures. Effectuer une seconde séquence de mesures un autre jour.

4.2.1.3 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.

4.2.2 Calcul

Un exemple de calcul complet figure au tableau 1-A et s'appuie sur les mesures indiquées aux colonnes 3 et 4, effectuées à partir d'un théodolite universel.

4.2.2.1 Ramener les directions de chaque séquence dans la direction OA à 0,0000 dans le cercle gauche (voir colonne 5) et dans le cercle droit (voir colonne 6).

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise B, cercle gauche:
 $70,7958 - 8,9813 = 61,8145 \text{ gr}$

4.2.2.2 Calculer la moyenne m (colonne 7) des valeurs de la colonne 5 et les valeurs correspondantes de la colonne 6. Ceci donne quatre valeurs pour chaque balise, égales à 0,0000 pour toutes celles qui font face à la balise A.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise C:
 $1/2 (126,1652 + 126,1636) = 126,1644 \text{ gr}$

4.2.2.3 Calculer les valeurs moyennes M (colonne 8) des groupes de quatre valeurs de la colonne 7 pour chaque balise. Il n'est pas nécessaire de renouveler l'opération pour chaque séquence.

EXEMPLE

Pour la balise B dans les quatre séquences:
 $1/4 (61,8146 + 61,8151 + 61,8165 + 61,8152)$
 $= 61,8154 \text{ gr}$

4.2.2.4 Calculer la différence d (colonne 9) entre les valeurs de la colonne 8 et les valeurs correspondantes de la colonne 7.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise B:
 $61,8154 - 61,8146 = +0,8 \text{ mgr}$

4.2.2.5 Calculer la moyenne arithmétique \bar{d} des différences d (colonne 9) pour chaque séquence.

EXEMPLE

Pour la séquence 1:
 $1/4 (0,0 + 0,8 + 0,7 - 0,5) = +0,2 \text{ mgr}$

4.2.2.6 Calculer l'écart v (colonne 10) pour chaque direction de balise égal à la différence d moins la moyenne \bar{d} applicable pour chaque séquence.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise B:
 $0,8 - (+0,2) = +0,6 \text{ mgr}$

La somme des écarts pour chaque séquence doit tendre vers zéro. Dans ce cas, l'hypothèse est que \bar{d} n'est ni la valeur vraie ni la valeur pouvant être considérée comme vraie, mais celle qui fausse tous les calculs dans une séquence en donnant une valeur zéro à la direction OA. Tout écart doit donc être corrigé en fonction de cette valeur \bar{d} .

4.2.2.7 Calculer les carrés (colonne 11) de toutes les valeurs de la colonne 10 et la somme globale des carrés.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise B:
 $(+0,6)^2 = 0,36 \text{ mgr}^2$
 La somme globale des carrés = 3,33 mgr²

iTech STANDARD PREVIEW
 (standard2tech.com)

ISO 8322-4:1991
<http://www.iso.org/standard/17-3a59-485b-a209-36056e821b9/iso-8322-4-1991>

4.2.2.8 Calculer l'écart-type, s_1 , d'une direction observée sur les deux cercles, le premier jour, comme étant la racine carrée de la somme des carrés divisée par 9 (= nombre d'observations redondantes).

EXEMPLE

$$s_1 = \sqrt{\frac{3,33}{9}} = 0,6 \text{ mgr}$$

4.2.2.9 Répéter les opérations de 4.2.2.1 à 4.2.2.8 le second jour pour obtenir s_2 .

4.2.2.10 L'écart-type global, s , constaté pour les deux séquences de mesurages d'une direction sur les deux cercles est

$$s = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}$$

EXEMPLE

Si $s_2 = 0,8 \text{ mgr}$

$$s = 0,7 \text{ mgr}$$

Il ressort donc que l'écart-type global pour le mesurage d'un angle sur les deux cercles est égal à $s\sqrt{2} = 1,0 \text{ mgr}$.

4.3 Mesurage des angles verticaux

4.3.1 Observations

Les résultats du mesurage des angles verticaux sont portés sur un formulaire (voir tableau 3-B). Un exemple de formulaire rempli, les résultats étant exprimés en grades, est donné au tableau 3-A. Pour les mesurages à l'aide d'un théodolite à division sexagésimale, voir tableau 4-A et 4-B.

4.3.1.1 Choisir quatre balises nettement définies A, B, C et D, placées si possible à différents niveaux. Les distances horizontales les séparant d'un point de repérage fixe du théodolite O ainsi que la forme des balises doivent rendre compte des conditions prévues sur le site de construction. L'emplacement des balises et celui du théodolite doivent être définis de façon précise pendant la durée des mesures de l'essai et les balises doivent être bien visibles depuis le point de repérage du théodolite.

4.3.1.2 La séquence d'observation de la direction de chacune des quatre balises est arbitraire. Chaque balise est observée successivement, d'abord le cercle gauche et ensuite le cercle droit. Cette procédure est répétée trois fois (voir colonnes 1 à 4).

4.3.1.3 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.

NOTE 1 Il importe d'observer la façon dont le cercle vertical de l'instrument est gradué, cette caractéristique pouvant varier d'un modèle à l'autre.

4.3.2 Calcul

Un exemple de calcul complet figure au tableau 3-A et s'appuie sur les mesures indiquées aux colonnes 3 et 4, effectuées à partir d'un théodolite universel.

4.3.2.1 Calculer la somme (colonne 5) des indications du cercle gauche (colonne 3) et la différence entre 400 gr (360°) et l'indication du cercle droit.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise C:
 $100,566 2 + (400 - 299,447 9) = 201,118 3 \text{ gr}$

4.3.2.2 Diviser par 2 la valeur de la colonne 5.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise C:
 $201,118 3 : 2 = 100,559 2 \text{ gr}$

4.3.2.3 Calculer les valeurs moyennes M (colonne 7) des groupes de quatre valeurs de la colonne 6 pour chaque balise. Il n'est pas nécessaire de répéter l'opération pour chaque séquence.

EXEMPLE

Pour la balise C dans les quatre séquences:
 $1/4 (100,559 2 + 100,559 6 + 100,560 6 + 100,559 9) = 100,559 8 \text{ gr}$

4.3.2.4 Calculer les écarts v (colonne 8) entre les valeurs de la colonne 7 et les valeurs correspondantes de la colonne 6.

À titre de contrôle arithmétique, la somme de ces écarts doit tendre vers zéro.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise C:
 $100,559 2 - 100,559 8 = -0,6 \text{ mgr}$

4.3.2.5 Calculer les carrés (colonne 9) de toutes les valeurs de la colonne 8 et la somme globale de ces carrés.

EXEMPLE

Pour la séquence 1 et la balise C:
 $(+0,6)^2 = 0,36 \text{ mgr}^2$ La somme globale des carrés = $1,65 \text{ mgr}^2$

4.3.2.6 Calculer l'écart-type, s_1 , d'un angle vertical observé sur les deux cercles, le premier jour, comme étant la racine carrée de la somme des carrés divisée par 12 (= nombre d'observations redondantes).

EXEMPLE

$$s_1 = \sqrt{\frac{1,65}{12}} = 0,37 \text{ mgr} \approx 0,4 \text{ mgr}$$

4.3.2.7 Répéter les opérations de 4.3.2.1 à 4.3.2.6 le second jour pour obtenir s_2 .

4.3.2.8 L'écart-type global, s , pour le mesurage d'un angle vertical sur les deux cercles à partir de deux séquences est

$$s = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}$$

EXEMPLE

Si $s_2 = 0,3 \text{ mgr}$

$$s = 0,35 \text{ mgr} \approx 0,4 \text{ mgr}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8322-4:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c71bca17-3a59-485b-a209-36056e821bf9/iso-8322-4-1991>

Tableau 1-A — Mesurage des angles horizontaux exprimés en grades — Exemple d'observations sur le terrain et calculs

Date:

Lieu:

Observateur:

Instrument: théodolite universel

Conditions: température 15 °C, humidité relative 45 %, pression atmosphérique 1 000 mbar, heure de mesurage 11:30, surface d'une rue

Série: I

Sé- quence	Balise	Cercle gauche gr	Cercle droit gr	Cercle gauche ré- duit à zéro gr	Cercle droit réduit à zéro gr	Moyenne de la sé- quence, m gr	Moyenne de la sta- tion, M gr	d	v	y ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A	8,9813	208,9817	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0	-0,2	0,04
	B	70,7958	270,7963	61,8145	61,8146	61,8146	61,8154	+0,8	+0,6	0,36
	C	135,1465	335,1453	126,1652	126,1636	126,1644	126,1651	+0,7	+0,5	0,25
	D	221,5413	21,5410	212,5600	212,5593	212,5596	212,5591	-0,5	-0,7	0,49
								Σ $\bar{d} = \frac{\Sigma d}{4}$	+1,0 +0,2	+0,2
2	A	59,0546	259,0558	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0	0,0	0,00
	B	120,8697	320,8709	61,8151	61,8151	61,8151	61,8151	+0,3	+0,3	0,09
	C	185,2208	385,2211	126,1662	126,1653	126,1658	126,1658	-0,7	-0,7	0,49
	D	271,6138	71,6143	212,5592	212,5585	212,5588	212,5588	+0,3	+0,3	0,09
								Σ	-0,1 0,0	0,0
3	A	109,3048	309,3044	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0	+0,6	0,36
	B	171,1210	371,1212	61,8162	61,8168	61,8165	61,8165	-1,1	-0,5	0,25
	C	235,4711	35,4704	126,1663	126,1660	126,1662	126,1662	-1,1	-0,5	0,25
	D	321,8643	121,8638	212,5595	212,5594	212,5594	212,5594	-0,3	+0,3	0,09
								Σ	-2,5 -0,6	-0,1
4	A	159,2911	359,2900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0	-0,4	0,16
	B	221,1057	21,1059	61,8146	61,8159	61,8152	61,8152	+0,2	-0,2	0,04
	C	285,4550	85,4543	126,1639	126,1643	126,1641	126,1641	+1,0	+0,6	0,36
	D	371,8497	171,8486	212,5586	212,5586	212,5586	212,5586	+0,5	+0,1	0,01
								Σ	+1,7 +0,4	+0,1
$\Sigma v^2 = 3,33 \text{ mgr}^2$										
$s_1 = \sqrt{\frac{3,33}{9}} = 0,6 \text{ mgr}$ $s_2 = 0,8 \text{ mgr}$ (mesurage effectué un jour différent) $s = \sqrt{\frac{0,6^2 + 0,8^2}{2}} = 0,7 \text{ mgr}$ $s_{\text{angle}} = 0,7 \times \sqrt{2} = 1,0 \text{ mgr}$										