
**Hydrocarbures légers réfrigérés — Jaugeage
des réservoirs sphériques à bord des navires —**

Partie 2:

Méthode par triangulation

(standards.iteh.ai)

*Refrigerated light hydrocarbon fluids — Calibration of spherical tanks in
ships — ISO 9091-2:1992*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d31ebad0-93e2-47af-a32b-3ccd0e593e65/iso-9091-2-1992>
Part 2. Triangulation measurement



Sommaire

| | Page |
|-----------------------------------------|------|
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Définitions | 1 |
| 4 Précautions pendant les mesures | 2 |
| 5 Équipement | 3 |
| 6 Préparation | 3 |
| 7 Mesure | 5 |
| 8 Système de coordonnées | 8 |
| 9 Formule de calcul | 8 |
| 10 Traitement des données | 13 |
| 11 Méthode de calcul | 13 |
| 12 Table d'étalonnage | 14 |

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Annexes

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A Précautions de sécurité | 15 |
| B Incertitude d'étalonnage | 16 |
| C Exemple d'une table principale d'étalonnage à – 160 °C ... | 18 |
| D Exemple d'une table de correction d'assiette | 19 |
| E Exemple d'une table de correction de la gîte | 20 |
| F Exemple d'une table de correction des dilatations et retraits de l'enveloppe du réservoir | 21 |

© ISO 1992

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

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 9091-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et lubrifiants*, sous-comité SC 5, *Mesurage des hydrocarbures légers*.

L'ISO 9091 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Hydrocarbures légers réfrigérés — Jaugeage des réservoirs sphériques à bord des navires*:

- *Partie 1: Stéréo-photogrammétrie*
- *Partie 2: Méthode par triangulation*

Les annexes A, B, C, D, E et F de la présente partie de l'ISO 9091 sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

De grandes quantités d'hydrocarbures légers constitués de composés ayant de un à quatre atomes de carbone sont stockées et transportées par mer en tant que liquides réfrigérés, à des pressions voisines de la pression atmosphérique. Ces liquides peuvent être répartis en deux groupes principaux: gaz naturel liquéfié (GNL) et gaz de pétrole liquéfié (GPL). Le transport en vrac de ces liquides nécessite l'intervention de technologies particulières, tant en ce qui concerne la conception que la construction de navires permettant une expédition par bateau à la fois sûre et économique.

La mesure des quantités de la cargaison des méthaniers/butaniers doit être d'une haute précision, en raison des droits de passage en douane. Les deux parties de la présente Norme internationale, de même que d'autres normes de la même série, prescrivent les méthodes de mesure interne des réservoirs à bord et à partir desquelles on peut établir des tables d'étalonnage.

Pour la mesure interne, l'étalonnage du liquide, le mesurage physique, la mesure optique et la stéréophotogrammétrie, etc., sont généralement utilisés. Le calibrage des cuves par remplissage au moyen d'un liquide ne peut être utilisé pour de grands réservoirs sphériques conçus pour fonctionner à une pression proche de la pression atmosphérique avec des hydrocarbures légers réfrigérés, étant donné que la pression hydrostatique exercée par le liquide utilisé pour l'étalonnage peut dépasser la pression de consigne lorsque son niveau de remplissage dépasse une certaine valeur. La présente partie de l'ISO 9091 définit une technique d'étalonnage applicable aux réservoirs sphériques équipés d'un mât tripode.

Hydrocarbures légers réfrigérés — Jaugeage des réservoirs sphériques à bord des navires —

Partie 2: Méthode par triangulation

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 9091 prescrit une méthode de triangulation pour la mesure interne de réservoirs sphériques dans les navires transporteurs de gaz liquéfié.

1.2 La présente partie de l'ISO 9091 incorpore également les méthodes de calcul pour établir les tables d'étalonnage à utiliser pour la mesure des quantités de cargaison.

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 9091. 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 9091 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 7507-1:—¹⁾, *Pétrole et produits pétroliers liquides — Étalonnage volumétrique de réservoirs cylindriques verticaux — Partie 1: Méthode par ceinturage.*

ISO 8311:1989, *Hydrocarbures légers réfrigérés — Étalonnage des réservoirs à membrane et réservoirs pyramidaux — Mesurage physique.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9091, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 **point de base:** Centre du théodolite placé au-dessus du point polygonal.

3.2 **pentagone de base:** Pentagone reliant les points de base.

3.3 **mire de visée:** Mire portable montée sur un trépied avec un tribaque.

3.4 **repère:** Point auquel une mire de précision est dressée pour déterminer la hauteur du théodolite au-dessus du pôle sud.

3.5 **étalonnage:** Processus consistant à déterminer la capacité totale d'un réservoir ou des capacités partielles à différents niveaux de celui-ci.

3.6 **table d'étalonnage; table principale de calibrage:** Table, souvent appelée «table de réservoir» ou «table de capacité du réservoir» donnant les capacités ou les volumes correspondant à différents niveaux de liquides dans un réservoir, mesurés à partir du point de référence du calibrage, le navire n'ayant pas d'assiette ni de gîte.

3.7 **point de repère:** Position utilisée comme repère dans la préparation d'une table d'étalonnage.

NOTE 1 Cette position peut différer du point de référence du calibrage.

1) À publier.

3.8 œuvres mortes: Structure ou accessoires d'un réservoir qui affectent la capacité d'un réservoir.

On se réfère à des «œuvres mortes positives» quand leur capacité s'ajoute à celle du réservoir et à des «œuvres mortes négatives» quand leur volume déplace du liquide et réduit la capacité réelle du réservoir.

3.9 équateur: Circonférence horizontale la plus importante d'un réservoir sphérique.

3.10 point de référence du calibrage: Point à partir duquel on exécute les mesures des profondeurs de liquide.

3.11 latitude: Circonférences horizontales à la surface de la sphère, parallèles à l'équateur.

3.12 longitude: Circonférences verticales à la surface de la sphère, passant par les pôles nord et sud.

3.13 gîte: Inclinaison transversale d'un navire.

3.14 pôle nord: Zénith, ou point le plus élevé de l'enveloppe d'un réservoir sphérique, point imaginaire de la plupart des réservoirs sphériques en raison du mât tripode ou d'autres accessoires.

3.15 mât tripode: Tube de grand diamètre coaxial à l'axe nord-sud du réservoir, comportant les tuyauteries de chargement et de déchargement, une instrumentation de mesure, une échelle, des câblages et autres dispositifs installés dans le réservoir.

3.16 bâbord: Côté gauche du navire dans le sens de son déplacement vers l'avant.

3.17 pôle sud: Nadir ou point le plus bas d'un réservoir sphérique.

3.18 tribord: Côté droit du navire dans le sens de son déplacement vers l'avant.

3.19 mires de visée: Positions marquées de manière distinctive sur la surface intérieure du réservoir pour la méthode de triangulation (voir 6.1).

3.20 point polygonal: Positions sur la surface intérieure du réservoir au-dessus desquelles un théodolite est monté pour déterminer les coordonnées des mires de visée.

3.21 assiette: Inclinaison longitudinale d'un navire.

4 Précautions pendant les mesures

4.1 On doit veiller avec le plus grand soin à l'exécution des mesures, et tout incident inhabituel survenant lors des opérations de calibrage et pouvant en affecter les résultats doit être scrupuleusement noté. La méthode d'étalonnage décrite dans la présente partie de l'ISO 9091 peut être appliquée soit sur des navires à flot, soit sur des navires en cale sèche. Toutefois, son utilisation sur les navires en cale sèche est préférée, car la gîte ou l'assiette, si elle a lieu, demeurent constantes pendant toutes les opérations de mesure.

4.2 Si des déformations particulières sont constatées au sein du réservoir, des mesures supplémentaires doivent être exécutées par le métreur pour recueillir un ensemble de données suffisant à l'élaboration d'une table précise d'étalonnage; les observations du métreur doivent accompagner toutes les mesures supplémentaires et leurs raisons faites à ce propos.

4.3 Toutes les mesures doivent être exécutées en double pour vérifier si elles concordent à moins de 16 s, et en cas de désaccord, on doit continuer les mesures jusqu'à ce que deux valeurs consécutives soient en bonne correspondance et prendre la moyenne des deux valeurs comme résultat.

Si des mesures consécutives ne correspondent pas, la raison de leur non-correspondance doit être définie et, le cas échéant, la totalité de la procédure d'étalonnage répétée.

Si le mesurage est interrompu, les derniers angles pris seront répétés. Si les nouvelles mesures prises ne sont pas conformes aux mesures précédentes selon la tolérance exigée de 16 s, ces dernières doivent être rejetées.

4.4 Les mesures doivent être effectuées lorsque les fluctuations de température de la paroi seront limitées au minimum.

NOTE 2 Les fluctuations de température seront vérifiées pendant les procédures de mesure.

4.5 Les mesures ne doivent pas être effectuées si le navire bouge ou si le réservoir est soumis à vibration.

Si l'étalonnage est effectué avant l'installation du réservoir dans la coque du navire, la distance entre les points prédéterminés à l'intérieur du réservoir doit être mesurée après l'installation pour s'assurer qu'aucune distorsion du réservoir n'est intervenue. Si une distorsion s'est produite, l'étalonnage doit être refait.

4.6 La peinture utilisée pour marquer les mires de visée doit être fabriquée à partir de matières qui résistent aux liquides, aux températures cryogéniques.

5 Équipement

5.1 Mire de visée de base

Mire montée sur tribaque indiquant un point de base.

5.2 Règle graduée

Règle graduée en centimètres et en millimètres, utilisée pour mesurer des œuvres mortes, etc. La règle doit porter le timbre d'une autorité de normalisation reconnue ou avoir un certificat d'identification.

5.3 Ruban de mesure

Ruban portant le timbre d'un organisme de normalisation reconnu ou ayant un certificat d'identification.

5.4 Niveau optique

Niveau optique ayant une image redressée, un grossissement $\times 20$ ou plus, capable d'une focalisation à 1,5 m ou moins, et dont la sensibilité du niveau à bulle est de 40 s par 2 mm au moins.

5.5 Mire de précision

Échelle graduée en millimètres à dresser sur un repère.

5.6 Règle en acier

Règle, à utiliser pour mesurer les tolérances, etc, graduée en millimètres. Cette règle doit porter le timbre d'un organisme de normalisation reconnue ou avoir un certificat d'identification.

5.7 Mire parlante

Mire parlante d'une longueur dépassant de 5 % la distance séparant les points de base avec une incertitude de longueur inférieure à 0,01 % de sa longueur.

5.8 Thermomètre de surface

Thermomètre utilisé pour mesurer la température de la surface du réservoir avec une précision de $\pm 0,5$ °C, en vue de convertir les coordonnées des

mires de visée à la température au moment de la mesure, en coordonnées à la température de référence certifiée.

5.9 Théodolite

Un théodolite est recommandé pour avoir une image redressée avec une lecture circulaire minimale de 1 s et une sensibilité du niveau à bulle de 20 s par 2 mm ou moins.

5.10 Tribaque

Plate-forme de nivellement, montée sur le trépied, avec trois vis de nivellement et un dispositif de serrage pour fixer le théodolite.

6 Préparation

6.1 Marquage des mires de visée

Pendant la construction du réservoir et avant l'installation du mât tripode, les mires de visée (voir figure 1) doivent être marquées sur la surface interne de l'enveloppe du réservoir à chaque intersection de latitude et de longitude à des intervalles de 20°. L'erreur de marquage doit être inférieure à 10 mm dans le sens vertical et horizontal.

Dimensions en millimètres

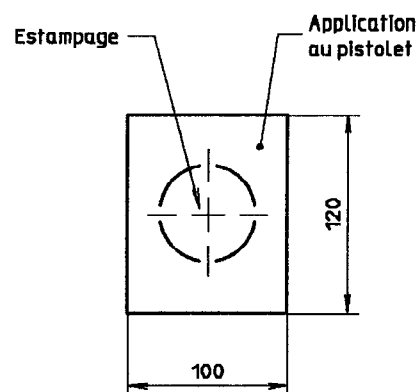


Figure 1 — Exemple de marquage

6.2 Pentagone de base

6.2.1 Détermination des points polygonaux

Marquer cinq points polygonaux de façon à ce que chaque mire de visée puisse être mesurée à partir de quatre points polygonaux au moins sans être gênée par le mât tripode.

6.3 Marquage du repère

Marquer le repère dans une position arbitraire à proximité du pôle sud du réservoir (voir figure 2).

6.4 Montage des instruments de mesure (voir figure 2)

6.4.1 Dresser une mire de précision sur le repère et sur le pôle sud du réservoir.

6.4.2 Monter un niveau (pour la mire de visée) en utilisant un trépied et un tribraque dans une position arbitraire, la mire de précision sur le pôle sud pouvant être observée par l'ouverture de la colonne à tubulures (voir figure 3).

6.4.3 Dresser un trépied avec un tribraque de niveau (pour le point de base) dessus tous les cinq points polygonaux (voir figure 4).

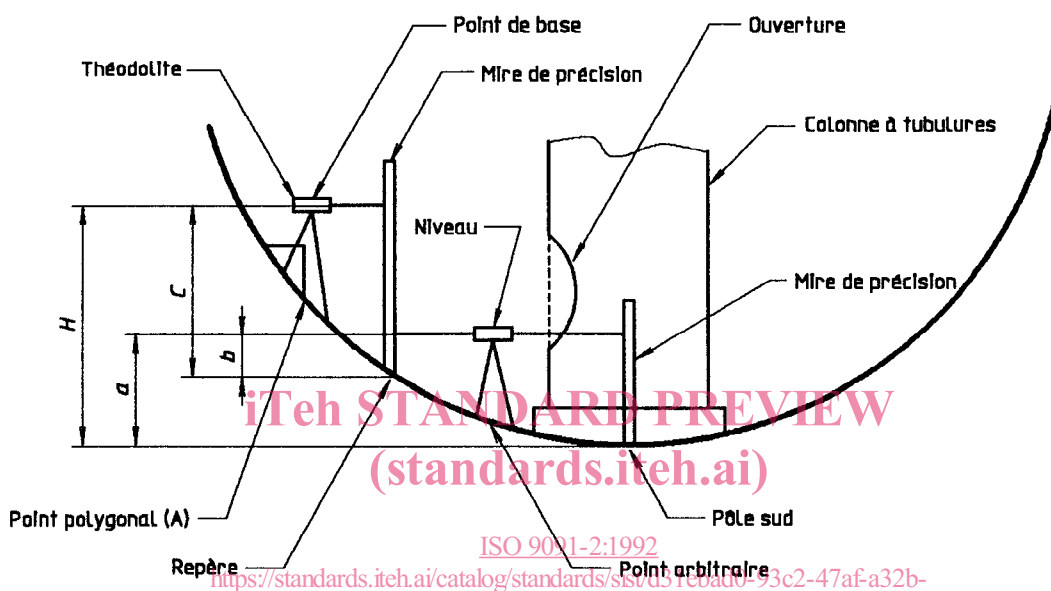


Figure 2 — Montage des instruments pour la détermination de la hauteur du point de base

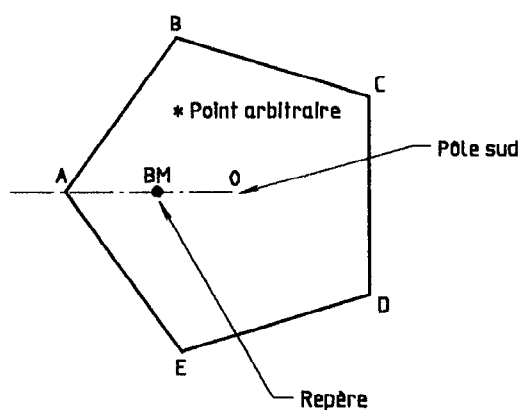


Figure 3 — Position des repères et mire de visée

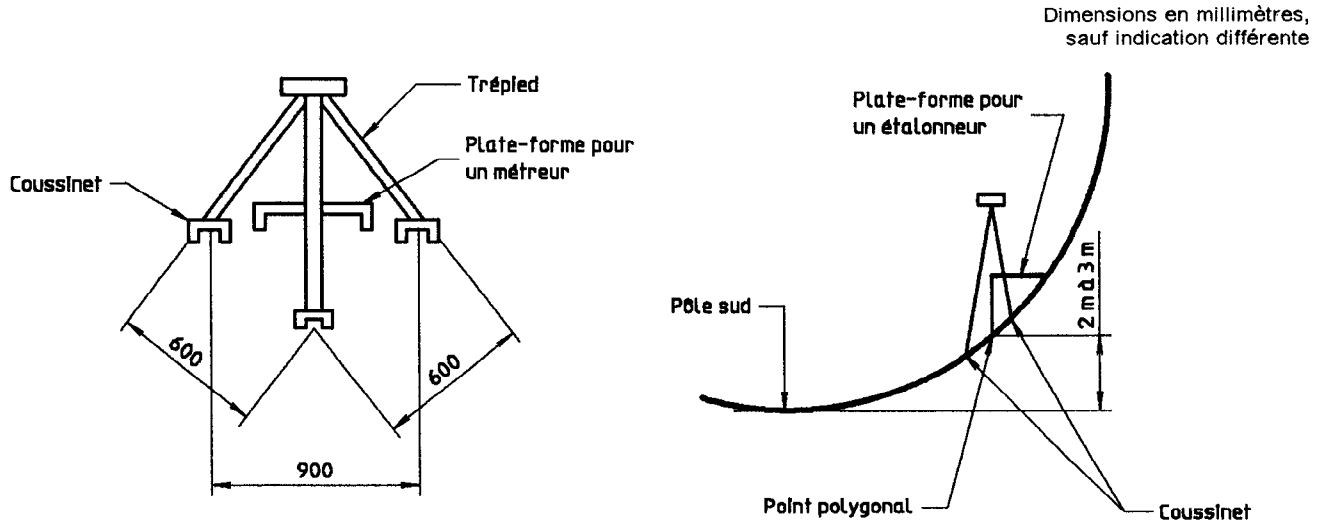


Figure 4 — Exemple de dispositions du coussinet pour la plate-forme

7 Mesure

7.1 Élévation du point de base par rapport au pôle sud

7.1.1 Lire, avec le niveau, l'échelle des mires de précision disposées sur le pôle sud et sur le repère respectivement, comme illustré en figure 2.

7.1.2 Avec le théodolite monté sur le trépied du point polygonal (A) comme illustré en figure 2, lire l'échelle de la mire de précision disposée sur le repère.

7.1.3 L'élévation H du point de base est définie comme suit:

$$H = C + (a - b)$$

où

H est l'élévation du théodolite par rapport au pôle sud;

C est la lecture du théodolite sur le repère;

$(a - b)$ est l'élévation du repère par rapport au pôle sud,

a étant la lecture du niveau sur la mire de précision du pôle sud,

b étant la lecture du niveau sur la mire de précision du repère.

7.2 Distance horizontale des points de base

La distance horizontale peut être obtenue grâce à l'utilisation de la méthode à mire parlante. La présente partie de l'ISO 9091 décrit la méthode à mire parlante, mais une méthode de rechange est acceptable si elle procure une précision équivalente à la méthode à mire parlante.

7.2.1 Placer une mire parlante sur le tribrache du point B, comme illustré en figure 5.

7.2.2 Mesurer l'angle horizontal 2α sous-tendu au point A entre les deux marques extrêmes de la mire parlante. Cette mesure doit être exécutée au moins en double (voir 4.3).

7.2.3 Calculer l'angle horizontal moyen à chaque point polygonal à partir de la moyenne de deux valeurs consécutives.

7.2.4 La distance horizontale L peut être calculée grâce à l'équation (1):

$$L = l \frac{1}{\tan \alpha} \quad \dots (1)$$

où l est la moitié de la longueur de la mire parlante.

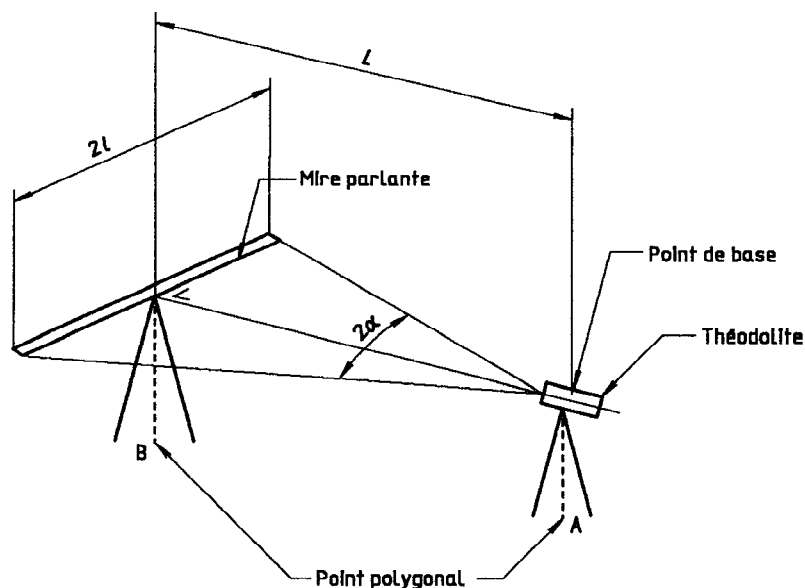


Figure 5 — Réglage de la mire parlante

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

7.3 Hauteur verticale et angle horizontal du point de base ISO 9091-2:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d31ebad0-95c2-47af-a22b-3ecd0e593e65/iso-9091-2-1992>

7.3.1 Répéter la même procédure que celle décrite en 7.1.

7.3.2 Monter une mire de visée de base sur chacun des trépieds aux points B, C, D et E.

7.3.3 Avec le théodolite au point A, collimater la mire de visée de base au point B et ajuster l'échelle de l'angle horizontal à 0°00'00''.

7.3.4 Mesurer les angles horizontaux de $\angle BAC$, $\angle BAD$ et $\angle BAE$, comme illustré en figure 6.

7.3.5 Enlever le théodolite du point A et le replacer sur le trépied au point B. Monter une mire de visée de base au point A.

Répéter les procédures de mesure données aux points 7.3.3 et 7.3.4.

7.3.6 Répéter la même procédure de mesure aux points C, D et E.

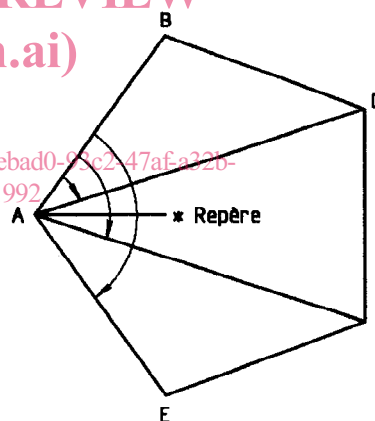


Figure 6 — Mesures avec le théodolite au point A

7.4 Angles horizontaux et verticaux de la mire de visée

7.4.1 Monter le théodolite sur le trépied au point de base A et la mire de visée de base sur le trépied au point de base B.

7.4.2 En collimatant la mire de visée de base avec le théodolite, ajuster l'échelle horizontale à un angle de 0°00'00''.

7.4.3 Mesurer et enregistrer les angles horizontaux et verticaux pour chaque mire de visée (voir figure 7). Si la ligne de visée d'une mire est gênée par la colonne à tubulures, tenir compte de ceci dans les notes d'étalonnage.

7.4.4 Déplacer le théodolite et la mire de visée de base vers les autres points de base et mesurer les angles de la façon décrite en 7.4.2 et 7.4.3.

7.5 Température

Noter la température moyenne de la surface intérieure du réservoir à l'aide d'un thermomètre de surface.

7.6 Hauteur du point de référence du calibrage

Si le point de référence du calibrage et le point de repère diffèrent, mesurer la hauteur du point de référence du calibrage à partir du point de repère

(pôle sud) du réservoir au moyen d'un niveau optique ou de tout autre dispositif de nivellement.

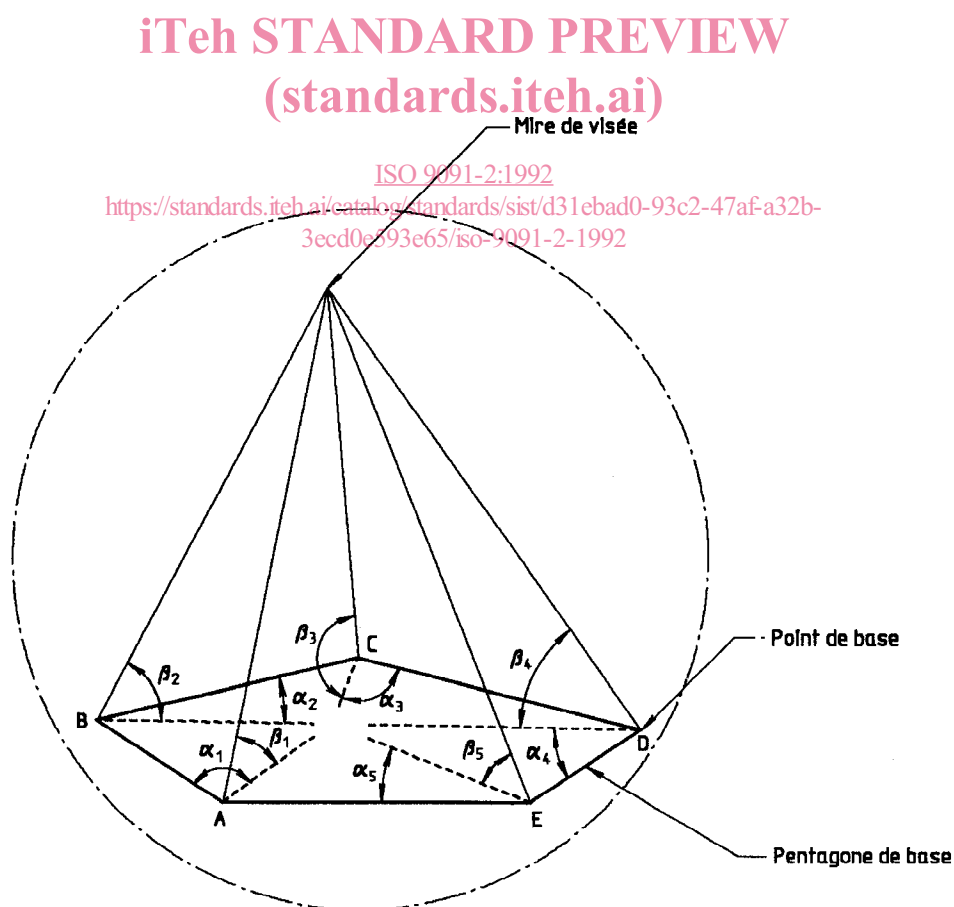
7.7 Position de l'indicateur de niveau

Pour les corrections de gîte et d'assise, mesurer la distance horizontale de l'indicateur de niveau sur le fond du réservoir à partir de l'axe vertical reliant les pôles sud et nord.

7.8 Diamètre vertical

Si le réservoir a un dôme avec pôle nord incorporé, mesurer la distance entre les pôles nord et sud à l'aide d'un ruban en acier.

Dans le cas d'un dôme sans pôle nord, et qui est uniquement muni d'une grille sur la partie supérieure de la tour tubulaire, fixer un niveau optique en plaçant un théodolite au milieu du niveau, au-dessus du point pôle nord imaginaire et mesurer à l'aide d'un ruban en acier, la distance H entre l'horizon optique ci-dessus et le pôle sud.



Angles horizontaux mesurés: $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$

Angles verticaux mesurés: $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$

Figure 7 — Mesure de la mire de visée