

RAPPORT TECHNIQUE

ISO/TR
8338

Première édition
1988-12-15



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

Pétrole brut — Prise en compte des quantités chargées — Méthode pour l'estimation des quantités restant à bord des navires (ROB)

*Crude petroleum oil — Transfer accountability — Method for estimation on ships of total
quantity remaining on board (ROB)*

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.

La tâche principale des comités techniques de l'ISO est d'élaborer les Normes internationales. Exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants :

- type 1: lorsque, en dépit de maints efforts au sein d'un comité technique, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2: lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique et requiert une plus grande expérience;
- type 3: lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique, par exemple).

La publication des rapports techniques dépend directement de l'acceptation du Conseil de l'ISO. Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 8338, rapport technique du type 2, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et lubrifiants*.

Les annexes A et B font partie intégrante du présent Rapport technique. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

Pétrole brut — Prise en compte des quantités chargées — Méthode pour l'estimation des quantités restant à bord des navires (ROB)

Section un : Généralités

0 Introduction

Le présent Rapport technique a pour but de mettre au point une méthode destinée à estimer d'une manière normalisée le volume total de matières restant à bord d'un navire (ROB) quand la totalité du chargement de pétrole brut a été déchargée. Les méthodes d'estimation de trois des quatre constituants du ROB sont présentées dans les sections deux à quatre ci-après :

Section deux : Estimation du volume de matières au fond des réservoirs de transport

Section trois : Estimation de la quantité de matières adhérentes

Section quatre : Estimation des matières dans les tuyauteries et pompes du navire

La section cinq présente une méthode d'évaluation globale (somme mathématique).

Bien que, dans la définition du ROB (voir 3.1), on prenne en compte le fait que les vapeurs d'hydrocarbures dans l'espace du navire destiné à la cargaison fassent partie du ROB, les méthodes dont on dispose pour la détermination de la quantité de vapeurs d'hydrocarbures dans les espaces de cargaison ne sont pas suffisamment précises pour justifier leur insertion dans le présent Rapport technique. Toutefois, l'amélioration de la comptabilité globale du transfert de la cargaison, obtenue grâce au présent Rapport technique, est suffisante pour justifier de son utilisation sans estimer la quantité de vapeurs.

Dans la préparation du présent Rapport technique, on a admis que les installations requises et/ou le temps n'étaient pas toujours disponibles pour permettre l'application complète des méthodes, et les parties intéressées à un transfert de garde peuvent choisir un nombre limité de sections pour l'application. De telles limitations, lorsqu'elles sont requises, devraient être clairement spécifiées, lorsque cette méthode normalisée est spécifiée.

1 Objet et domaine d'application

Le présent Rapport technique définit la méthode à utiliser pour calculer le volume total estimé de matières restant à bord (ROB) et les méthodes à utiliser pour convertir ce volume en masse apparente dans l'air, si besoin est. Le présent Rapport technique ne s'applique qu'aux pétroliers transportant du pétrole brut, quand le déchargement est terminé.

On soulignera l'importance de noter le volume d'eau libre trouvé dans chaque citerne de cargaison après déchargement et ceci devra être noté de façon claire mais séparément comme faisant partie des ROB.

2 Références

ISO 91, *Tables de mesure du pétrole.*

ISO 3170, *Produits pétroliers — Hydrocarbures liquides — Échantillonnage manuel.*

ISO 4511, *Pétrole et produits pétroliers liquides — Mesures des quantités d'huile et de l'eau libre — Méthodes manuelles.*¹⁾

ISO 4512, *Pétrole et produits pétroliers liquides — Équipement — Jaugeage et étalonnage des récipients — Méthode manuelle.*¹⁾

3 Définitions et symboles

3.1 Définitions

Dans le cadre du présent Rapport technique, les définitions suivantes sont applicables.

3.1.1 ROB : La totalité du pétrole, de l'eau libre, de l'émulsion huile/eau, des boues, sédiments et vapeurs d'hydrocarbu-

1) Actuellement au stade de projet.

res dans les réservoirs de transport et les réservoirs de ballast, les canalisations et pompes associées à bord du pétrolier, quand le déchargement de la cargaison est terminé.

NOTE — L'eau libre restant à bord n'est pas incluse dans l'estimation des ROB. La mesure et la prise en compte de l'eau libre doivent être effectuées séparément ou indépendamment de l'estimation des ROB. L'eau libre qui est trouvée dans les ROB doit néanmoins être notée dans le même document.

3.1.2 matières adhérentes : Matières qui adhèrent à toutes les surfaces, tant horizontales que verticales, à l'intérieur des cuves de transport vides, mais à l'exception des surfaces de fond.

3.1.3 boues : Partie des matières se trouvant dans un réservoir de transport à bord du navire et ne possédant essentiellement pas la propriété d'écoulement libre. Il s'agit de paraffines et cires pâteuses. Elles peuvent contenir des émulsions eau/huile et des sédiments.

3.1.4 sédiments : Partie des matières restant dans les réservoirs de transport, ne possédant pas la propriété d'écoulement libre, et essentiellement inorganiques, par exemple le sable, les particules de rouille, etc. Les sédiments ne sont pas solubles dans les huiles hydrocarbonées.

3.1.5 assiette : On l'exprime par la différence de hauteur entre le tirant d'eau avant et arrière du navire. Quand le tirant d'eau arrière est supérieur au tirant d'eau avant, on dit que le navire est «chargé sur cul»; quand le tirant d'eau arrière est inférieur au tirant d'eau avant, on dit que le navire est «chargé sur nez».

3.1.6 gîte : Angle d'inclinaison du plan de l'axe longitudinal par rapport au plan vertical.

3.2 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans le présent Rapport technique.

- A* Aire du fond des réservoirs de transport.
- E* Efficacité de vidange des canalisations. (Efficacité parfaite, $E = 1$; canalisations et pompes pleines, $E = 0$).
- H* Aire des surfaces horizontales à l'intérieur du réservoir, mais autres que la surface de fond du navire. Elle comprend les petites membrures longitudinales qui sont montées sur les parois latérales du réservoir, mais elle ne comprend pas les membrures longitudinales montées sur le bouchain et sur le fond du navire.
- Q_1 Volume d'huile restant dans les canalisations et pompes à bord du navire (cargaison).
- Q_c Volume de matières adhérentes.
- Q_f Volume de pétrole libre, mesuré sur le fond des réservoirs de transport du navire.
- Q_s Volume de boues, mesuré sur le fond des réservoirs de transport du navire.
- Q_w Volume d'eau libre dans les citernes de cargaison.
- Q_{lw} Volume d'eau libre présente dans les pompes de cargaison et les canalisations du navire.

Section deux : Estimation du volume des matières au fond des réservoirs de transport

4 Saisie des données

4.1 Le calcul des volumes par la méthode spécifiée dans la présente section est la première étape, essentielle, conduisant à la détermination du volume des ROB. Des notes explicatives concernant cette section sont présentées en annexe C.

4.2 Après achèvement des opérations de déchargement, et après que les tuyauteries et pompes du navire ont été drainées conformément à la section quatre (chapitre 10) du présent Rapport technique, on élimine toute gîte résiduelle et on note l'assiette.

4.3 Si l'on dispose de quatre points de jaugeage, il faudra effectuer un jaugeage manuel à partir des quatre positions de chaque réservoir de transport, et noter les résultats (voir note explicative, annexe C). L'huile (et l'eau libre) que l'on trouve dans ces réservoirs doit être mesurée selon l'ISO 4511.

4.4 S'il y a dans l'un quelconque des réservoirs, une profondeur suffisante de matière, il faut noter sa température et prélever de chacun de ces réservoirs un échantillon de matière. Si la profondeur est insuffisante pour obtenir une température, se reporter à 13.2. Ceci s'applique également à l'émulsion d'huile.

5 Estimation du volume de boue, d'huile libre et d'eau libre (Q_s , Q_f et Q_w)

5.1 Boues (Q_s)

5.1.1 Quand on est en présence de boues, elles restent sur le fond des réservoirs et sur les surfaces horizontales, selon des profondeurs variables, de sorte que la profondeur moyenne des boues sera déterminée d'une manière d'autant plus précise que l'on pourra effectuer un plus grand nombre de jaugeages dans chaque réservoir, en différents points. Il convient donc d'effectuer des jaugeages en au moins quatre points différents, et de calculer la hauteur moyenne. (Voir 4.3).

Le volume correspondant à la hauteur moyenne doit être déterminé à partir de la table d'étalonnage du réservoir, sans appliquer la correction de gîte ou d'assiette. Ce volume doit être la composante Q_s pour ce réservoir particulier.

5.1.2 Les boues ayant des compositions variables, on n'en convertira pas le volume en un volume à la température de référence.

5.2 Huile libre (Q_f)

5.2.1 L'huile libre (Q_f) reste à la partie supérieure des boues (eau libre) et sur l'eau se trouvant dans les réservoirs de ballast. Sa hauteur doit être déterminée en soustrayant la hauteur moyenne des boues (eau libre) de la hauteur jaugée déterminée à l'extrémité arrière du réservoir. Le volume correspondant du coin doit être lu à partir des tables d'étalonnage des coins, si elles existent. Dans le cas contraire, on le calcule à l'aide du facteur de correction d'assiette défini dans l'annexe A. Éventuellement, il faudra diminuer du volume total le volume d'eau mesuré.

5.2.2 Il est nécessaire de mesurer la quantité d'eau libre (Q_w) dans chaque compartiment comme il est décrit dans l'ISO 4511. Le volume calculé par la méthode spécifiée en 5.2.1 diminué du volume de l'eau, sera le volume Q_f pour le réservoir considéré.

5.2.3 Si l'huile libre est présente en quantités suffisantes, pour déterminer sa température, le volume de l'huile libre doit être converti en volume à la température de référence normalisée en utilisant la masse volumique du brut initial à la température observée et le facteur de correction volumique se trouvant sur les Tables de Mesure Pétrolières, dont il est fait mention dans l'ISO 91. Si la profondeur est insuffisante pour permettre une détermination de la température, se reporter à 13.2.

6 Détermination de la quantité de matière sur le fond des réservoirs

6.1 La somme des volumes de boues calculés pour chaque réservoir du navire selon 5.1 est égale au volume Q_s mentionné dans l'annexe A, figure 1.

6.2 La somme du volume de l'huile libre, calculé pour chaque réservoir comme il est décrit en 5.2.1 et après conversion à la température de référence normalisée comme il est décrit en 5.2.3, est égale au volume Q_f mentionné dans l'annexe A, figure 1.

6.3 La somme des volumes de boues calculée dans chaque citerne du navire telle que déterminée en 5.2.2 sera égale au volume Q_w de l'annexe A, figure 1.

Section trois : Estimation de la quantité de matières adhérentes

7 Principe

7.1 De par leur nature et leur position dans le réservoir, les matières adhérentes ne peuvent être directement mesurées. Il existe une relation entre les aires horizontales autres que le fond du navire et l'aire du fond du navire dans chaque réservoir, et l'on trouvera une explication plus détaillée du principe de calcul dans l'annexe C.

NOTE — Dans les navires de type OBO (minéraliers), il n'y a virtuellement pas de surfaces horizontales et la valeur de H en 8.2 sera zéro, donnant alors une estimation des matières adhérentes égale à zéro. Bien que la valeur réelle des matières adhérentes ne soit pas égale à zéro, elle est inférieure à la valeur que l'on trouve habituellement dans les pétroliers.

7.2 Il y aura lieu de préparer pour chaque réservoir une table donnant le rapport H/A pour chaque compartiment, comme il est défini au chapitre 3.

8 Méthode de calcul des matières adhérentes

8.1 Déterminer le volume des boues Q_s comme il est décrit en 5.1 pour chaque compartiment.

8.2 Calculer le volume des matières adhérentes par la formule suivante :

$$Q_c = \frac{H}{A} \times Q_s$$

pour chaque compartiment. On a ainsi le volume des matières adhérentes pour le compartiment considéré.

8.3 Additionner les volumes des matières adhérentes pour chaque compartiment ainsi obtenus, ce qui donne la composante matières adhérentes totales Q_c du ROB, comme il est indiqué dans l'annexe A, figure 1.

Section quatre : Estimation des matières dans les tuyauteries et pompes du navire

9 Principe

9.1 Cette estimation impose que les tables donnant les volumes des tuyauteries soient disponibles à bord du navire. De telles tables doivent être préparées en calculant les volumes de toutes les tuyauteries et pompes de cargaison et les volumes trouvés, notés sous une forme similaire à celle des tables 1 et 2 de l'annexe B.

9.2 Le taux de vidange de l'ensemble des circuits de tuyauteries, quand le déchargement est terminé, dépend de la conception du circuit et de la technique utilisée par l'équipage du navire pour vider les différents tronçons des tuyauteries, ainsi que du temps de déchargement et de l'attention prêtée à cet aspect du déchargement.

9.3 On trouvera dans l'annexe C une note explicative à propos de la théorie.

9.4 S'il est prévu de lester le navire dans ses cuves de transport, on peut convenir d'une autre méthode de mesure de la teneur en huile des pompes et des tuyauteries. Voir pour cela chapitre 12.

9.5 Si le navire a ballasté en eau avant la fin du déchargement, il faudra calculer le volume d'eau libre présent dans les pompes et tuyauteries. Le volume ainsi calculé sera Q_{lw} .

10 Liste de contrôle pour le drainage des tuyauteries

Prévoir une liste de contrôle, qui se fonde sur le modèle de liste de contrôle présenté en annexe B. Les différents points de la liste de contrôle doivent avoir été effectués quand on entreprend les différentes opérations du mode opératoire.

11 Méthode à utiliser pour estimer Q_1

11.1 L'estimation du volume Q_1 est une évaluation fondée sur la manière dont le navire a été conçu pour assurer un assèchement efficace des tuyauteries et pompes du navire, et sur la manière dont la procédure a été suivie, et aussi sur le temps nécessaire pour effectuer chaque étape. Effectuer cette évaluation en observant et en prenant en compte la liste de contrôle quand elle est terminée, et cette évaluation sera convenue par les parties en jeu. Un assèchement très efficace des tuyauteries donnera un taux $E = 0,8$, et la valeur de E sera égale à 0,4 si aucune mesure particulière n'a été prise.

11.2 La formule ci-après exprime le volume Q_1 des matières restant dans les tuyauteries et pompes de transfert du navire.

$$Q_1 = V_1 (1 - E)$$

Quand on effectue le calcul, on obtient une valeur Q_1 qui est l'une des composantes permettant de déterminer les quantités totales sous forme de «ROB» dans l'annexe A, figure 1.

11.3 Convertir le volume Q_1 en un volume à la température de référence en utilisant la masse volumique du brut parent et la température utilisée pour l'huile libre sur le fond du navire, comme dans la section deux.

12 Autre méthode pour déterminer Q_1

Quand les mesures énumérées dans la section deux sont terminées, le navire peut choisir de laver chaque tuyauterie et chaque pompe avec l'eau de ballast, laquelle est alors envoyée dans un ou plusieurs réservoirs selon un plan convenu. Ces réservoirs doivent être remplis jusqu'au niveau de la membrure de fond transversale principale, ou sur une hauteur de 2 m, et il faut les laisser reposer pendant au moins 30 min. Mesurer alors la couche d'huile selon l'ISO 4511, et appeler Q_1 l'augmentation du volume d'huile.

Section cinq : Méthode d'évaluation globale

13 Méthode de calcul du volume total des ROB

13.1 Volume

Les composantes des ROB sont présentées en annexe A, figure 1. Les méthodes permettant de calculer les composantes se trouvent dans les sections deux à quatre. Les composantes de l'huile libre Q_f et Q_1 doivent être converties en des volumes à la température de référence, en se servant de la température obtenue et notée comme il est décrit en 4.4. Les boues ayant des compositions variables, on n'en convertira pas le volume en un volume à la température de référence.

13.2 Quand on aura pu obtenir la température de l'huile dans les ROB comme il est décrit en 4.4 et 5.2.3, ce sera la tempéra-

ture utilisée dans le chapitre 12. Si ce n'est pas possible, on admettra que l'huile a la même température que l'eau sur laquelle flotte le navire. Cette température doit alors être mesurée à la profondeur correspondant au tirant d'eau moyen du navire au moment de la mesure.

13.3 Le ROB total est la somme des volumes Q_1 , Q_f , Q_s , Q_c , W_w et Q_{lw} .

NOTE — L'Annexe A contient un formulaire et des formules nécessaires à la réalisation d'une estimation du ROB. L'annexe B contient des tables et un exemple de liste de contrôle, avec le format préféré des informations requises pour les calculs de la section quatre. Les tables et la liste de contrôle peuvent varier d'un navire à l'autre. L'annexe C contient certaines explications et ne forme pas une partie du présent Rapport technique.

Annexe A

Facteur de correction d'assiette — Mesure de faibles volumes de liquide dans les réservoirs

(Cette annexe fait partie intégrante de la Norme.)

Quand un navire présente une assiette, une hauteur déterminée par une jauge en un point quelconque du réservoir, ailleurs qu'au centre, doit être corrigée pour tenir compte de l'assiette, si l'on veut obtenir la hauteur vraie et donc le volume. Quand l'angle d'assiette est faible on peut admettre que la tangente et le sinus présentent la même valeur. Les navires sont supposés avoir une assiette "sur le cul" pendant le déchargement.

La correction d'assiette est donnée par les équations suivantes :

Équation 1

$$D_t = D \pm (R \times \text{tangente de l'angle d'assiette})$$

$$\text{Or, tangente de l'angle d'assiette} = \frac{\text{assiette du navire}}{\text{longueur du navire}}$$

Il s'ensuit :

$$D_t = D \pm \frac{(R \times T_s)}{L_s} \quad \dots (1)$$

où

D_t est la profondeur vraie, en centimètres;

D est la profondeur observée, en centimètres;

R est la distance du trou de jauge au centre du réservoir, en mètres;

T_s est l'assiette du navire, en mètres;

L_s est la longueur du navire entre perpendiculaires, en mètres.

Il y a lieu de noter que la quantité entre parenthèses est ajoutée quand la profondeur observée l'est en avant du centre du réservoir, et soustraite quand elle est observée en arrière du centre du réservoir.

Quand le niveau du liquide est tel qu'il n'atteint plus l'extrémité avant, il se forme un « coin », et l'application de la correction d'assiette ne donne plus la profondeur vraie. Il faudra alors utiliser une autre méthode pour obtenir le volume.

Dans un navire en caissons, il est très simple de calculer le volume du coin (V_w) si l'on connaît la profondeur jaugée à l'extrémité arrière du coin.

Équation 2

$$V_w = \frac{1}{2}(D_a \times L_w \times B_t)$$

Or

$$L_w = \frac{D_a \times L_s}{T_s}$$

donc

$$V_w = \frac{(D_a)^2 \times B_t \times L_s}{2 \times T_s} \quad \dots (2)$$

où

V_w est le volume du coin;

D_a est la profondeur à l'extrémité arrière du réservoir;

B_t est la largeur du réservoir, au fond du réservoir.

L_w est la longueur du coin.

C'est ce qu'on appelle la « formule du coin ». Elle est indépendante des tables d'étalonnage du navire. Cependant, cette méthode ne tient pas compte de la structure interne ou de la variation de section transversale du fond des réservoirs d'aile et peut donner des résultats présentant, dans le cas des réservoirs d'aile extrême, une erreur allant jusqu'à 300 %. Toutefois, les tables d'étalonnage du navire prennent en compte la variation de section transversale du réservoir et, dans la plupart des cas, la structure interne. Il est donc nécessaire d'utiliser une méthode de détermination du volume du coin faisant appel aux tables d'étalonnage du navire. La méthode est appelée la méthode du « facteur d'assiette » et, tout comme la formule du coin, suppose que l'on connaît la hauteur du liquide à l'extrémité avant du réservoir. Dans les navires ne possédant pas de tuyauteries de sondage à l'extrémité arrière, on a la correction suivante :

Équation 3

$$D_t = D + \frac{(Y \times T_s)}{L_s} \quad \dots (3)$$

où Y est la distance du trou de jauge à la partie arrière de la citerne.

Méthode du facteur d'assiette

Dans cette méthode, le volume du coin (V_w) est exprimé par une fraction du volume correspondant à la hauteur de liquide non-corrigée à l'extrémité arrière du réservoir (V_d). Cette fraction est appelée le « facteur d'assiette ».

Équation 4

Facteur de correction d'assiette

$$\frac{V_w}{V_d} = \frac{D_a}{T_s} \times \frac{L_s}{2 \times L_t} \quad \dots (4)$$

où L_t est la longueur du réservoir.

On voit sur la figure 2 que le volume maximum du coin (ABC) est la moitié du volume correspondant à la hauteur de liquide (AGBC), de sorte que la valeur maximum du facteur de correction d'assiette est de 0,5. On a donc un contrôle automatique permettant de voir si le calcul par le coin est applicable. Si le calcul du facteur de correction d'assiette donne une valeur

supérieure à 0,5, il n'y a pas de «coin», et il faudra appliquer la correction normale d'assiette pour obtenir la hauteur vraie de liquide. Cette méthode n'exige que trois étapes :

- 1) calculer le facteur de correction d'assiette et vérifier s'il est inférieur ou non à 0,5;
- 2) chercher le volume correspondant à la hauteur de liquide;
- 3) multiplier le volume par le facteur de correction d'assiette.

Cette méthode donne une réponse avec une précision d'environ 10 % par rapport à la valeur correcte pour le coin maximum.