



# Ministère de l'Industrie et de l'Aménagement du Territoire

Direction Générale de l'Industrie

Paris, le 15 MARS 1991

Service de l'Action Régionale  
et de la Technologie

SOUS-DIRECTION DE LA METROLOGIE

Circulaire n° 91.00.340.001.1  
relative aux récipients-mesures utilisés pour le transport  
des produits liquides à la pression atmosphérique

-----

La présente circulaire explicite certaines conditions d'application de l'arrêté du 28 septembre 1990 relatif aux récipients-mesures utilisés pour le transport routier ou ferroviaire des produits liquides à la pression atmosphérique.

Elle précise :

- les conditions d'agrément des stations de jaugeage,
- les modalités du contrôle des récipients-mesures,
- des spécifications relatives à la construction des récipients-mesures.

Dans la présente circulaire les termes "citernes" et "wagons" ont la même signification que dans l'arrêté précité.

## I - CONDITIONS D'AGREMENT DES STATIONS DE JAUGEAGE

### 1.1. GENERALITES

Une station de jaugeage est une installation permettant d'effectuer l'ensemble des opérations de mesurage prévues au premier tiret de l'article 2 de l'arrêté précité, nécessaires à la détermination de la capacité d'un récipient-mesure jusqu'à un ou plusieurs niveaux de remplissage.

La présente circulaire définit des moyens matériels susceptibles de donner satisfaction pour l'exécution de jaugeages. Des moyens ne répondant pas à toutes les dispositions peuvent être agréés sous réserve de l'accord de la sous-direction de la métrologie et que les principes généraux décrits au paragraphe 1.2 soient satisfaits.

## 1.2. DISPOSITIONS COMMUNES A TOUTES LES STATIONS

### 1.2.1. Conditions générales

Une station de jaugeage doit permettre d'effectuer les opérations dans des conditions de sécurité, de confort et de salubrité satisfaisantes pour l'opérateur, quelles que soient les conditions météorologiques.

Le responsable de la station doit s'assurer de la qualité du liquide utilisé, notamment pour le jaugeage des récipients-mesures destinés à contenir des produits alimentaires.

### 1.2.2. Emplacement et aménagement

1.2.2.1. L'emplacement, les dimensions et la disposition de la station doivent être choisis de telle sorte qu'il n'y ait, lors des opérations, aucune perte de temps pour la mise en place, la vidange, le déplacement et l'enlèvement des récipients à jauger.

Les stations utilisées pour jauger des citernes à plusieurs compartiments doivent notamment être réalisées de telle sorte qu'il ne soit pas nécessaire de déplacer les récipients-mesures pendant les opérations ou d'utiliser de longs flexibles.

1.2.2.2. L'emplacement de travail de l'opérateur doit être plan, stable, horizontal, suffisamment vaste, protégé par un garde-corps et situé à une hauteur telle que les diverses opérations à effectuer (contrôle de la vacuité, relevé des hauteurs totales témoins et repérage des niveaux de liquide dans chaque compartiment, commande des vannes sur les installations avec compteurs, manoeuvre des vannes et lecture des niveaux sur la jauge fractionnée dans les installations avec jauges, etc.) puissent être exécutées commodément et sans risque.

Note : Cet emplacement est de préférence constitué par des panneaux en métal déployé ou par des caillebotis permettant à l'opérateur de voir de sa place ce qui se passe au-dessous de lui (étanchéité des vannes de vidange notamment). Ses dimensions doivent être telles qu'il permette, sans manoeuvre particulière, l'accès facile et sans danger à tous les compartiments de la citerne à jauger.

1.2.2.3. L'installation doit être conforme aux normes de sécurité du travail en vigueur.

1.2.2.4. Bien que le responsable de la station soit tenu de fournir la main d'oeuvre nécessaire à son fonctionnement, tous les éléments de l'installation de jaugeage doivent être disposés de manière à donner à un opérateur seul la possibilité d'effectuer facilement tous les contrôles et toutes les manipulations nécessaires.

### 1.2.3. Matériel complémentaire

Des règles graduées répondant aux prescriptions relatives aux mesures de longueur de la classe I ou de la classe II et d'un modèle approuvé (piges avec garde coulissante, sabres), de dimensions convenables, revêtues de la marque de vérification primitive et en bon état, et tout moyen nécessaire doivent être mis à la disposition de l'opérateur pour effectuer les relevés de hauteurs.

Les instruments de mesurage utilisés, autres que les mesures de longueur et les moyens dont les règles d'étalonnage sont données ci-après, doivent être accompagnés d'un certificat d'étalonnage chaque fois que leur justesse est importante pour l'exactitude recherchée pour les jaugeages. Le certificat d'étalonnage fait état des incertitudes d'étalonnage.

Chaque fois que possible, les instruments dont la justesse est importante sont étalonnés tous les cinq ans, au plus, par référence aux étalons nationaux.

Cette périodicité peut être écourtée pour les instruments susceptibles de présenter une dérive importante.

### 1.3. DISPOSITIONS RELATIVES AUX STATIONS DE JAUGEAGE EQUIPEES DE JAUGES

Dans les stations objet du présent paragraphe, le mesurage du liquide transvasé, généralement de l'eau, est assuré au moyen de jauges étalonnées.

#### 1.3.1. Composition

En règle générale, l'installation comporte :

- pour le jaugeage des citernes, 2 jauges de 500 l à débordement et une jauge de 100 l fractionnée à lecture continue de 0 à 99 l,
- pour le jaugeage des wagons, 2 jauges de 1 000 l à débordement et une jauge de 200 l fractionnée à lecture continue de 0 à 199 l.

Ces jauges sont revêtues intérieurement de résine époxy\*, ou sont en acier inoxydable.

Les jauges à lecture continue devraient posséder un échelon de graduation de 1 l sur toute l'échelle, la longueur de cet échelon étant supérieure ou égale à 1 cm (voir paragraphe 1.5.3.3.).

\* Lorsque les jauges sont recouvertes de résine époxy, le matériau recouvert doit avoir une résistance élastique proche de celle des aciers courants.

#### 1.3.2. Etalonnage

Les jauges doivent être étalonnées tous les cinq ans par référence aux étalons nationaux, avec une incertitude d'étalonnage de  $5 \times 10^{-4}$ , pour un niveau de confiance de 99,8 %.

Les jauges doivent être réétalonnées chaque fois que leur état apparent le justifie.

#### 1.3.3. Installation des jauges

##### 1.3.3.1. Disposition

Les jauges sont disposées de manière à ce que l'opérateur puisse simultanément contrôler leur vacuité ou leur remplissage et effectuer leur lecture depuis l'emplacement de travail décrit au 1.2.2.2.

Les jauges sont remplies et vidées dans la même position.

### 1.3.3.2. Mobilité

Lorsque la station est utilisée pour jauger, soit des récipients-mesures à plusieurs compartiments, soit plusieurs récipients-mesures dans une même séance, l'installation doit permettre le déplacement de l'ensemble des jauges au-dessus des compartiments ou des récipients à jauger.

### 1.3.3.3. Alimentation

L'alimentation de la station en eau est assurée avec un débit tel que les jauges de plus grande capacité puissent être remplies en moins d'une minute pour les jauges de 500 l et en moins de deux minutes pour les jauges de 1 000 l.

La canalisation d'alimentation pour chaque jauge comporte :

- soit une vanne rapide d'interruption du débit principal et, sur une dérivation, un robinet progressif permettant de terminer un remplissage à petit débit,
- soit une vanne réglable unique.

Les vannes et les robinets doivent pouvoir être commandés à partir d'un pupitre à portée de l'opérateur.

### 1.3.3.4. Remplissage

Le remplissage des jauges est assuré à l'aide d'une tuyauterie d'alimentation dont l'extrémité, munie d'un brise-jet efficace, peut être placée au-dessus de l'ouverture de l'une quelconque des jauges.

Les bords supérieurs des cols de toutes les jauges doivent être dans le même plan horizontal.

Une ou des "galeries" formant entonnoir doivent être prévues pour recevoir le trop plein des jauges et, le cas échéant, l'égouttage du tuyau d'alimentation. Chaque galerie doit être munie d'une canalisation de vidange d'un diamètre intérieur minimal de 30 mm et son fond doit avoir une pente minimale de 5 % vers l'orifice de vidange pour assurer un écoulement rapide du liquide qui a débordé de la jauge.

Les galeries sont disposées de telle sorte que leur contenu ne puisse pas s'écouler dans les jauges ou dans le récipient à jauger.

### 1.3.3.5. Canalisations de vidange

Chaque jauge doit avoir une canalisation de vidange séparée ; la partie rigide de celle-ci (tuyau et robinet ou vanne) doit être aussi courte que possible. La partie rigide et le flexible doivent avoir (et conserver en service) un diamètre intérieur au moins égal à 50 mm pour les jauges de 100 l ou de 200 l, à 80 mm pour les jauges de 500 l ou de 1000 l.

Toutes dispositions doivent être prises pour que la vidange complète des jauges soit parfaitement contrôlable et que toute fuite du robinet (ou de la vanne) de vidange soit immédiatement décelable.

La jauge fractionnée doit comporter un système de mise à l'atmosphère permettant la vidange du flexible lorsque la jauge n'est pas vidée entièrement.

Si la position des jauges n'est pas réglable en hauteur, l'extrémité de la partie rigide de la canalisation de vidange (raccord du flexible compris) doit se trouver à 50 cm au moins du plan de débordement de la plus haute citerne susceptible d'être jaugée ; la longueur des flexibles est alors adaptée à la hauteur des citernes à jauger.

#### 1.3.3.6. Sécurité

Un dispositif de sécurité efficace doit empêcher l'alimentation d'une jauge dont le robinet de vidange est ouvert et l'ouverture du robinet de vidange d'une jauge en cours de remplissage.

### 1.4. DISPOSITIONS RELATIVES AUX STATIONS DE JAUGEAGE EQUIPEES DE COMPTEURS

Dans les stations objet du présent paragraphe, le mesurage du liquide, généralement de l'eau, est assuré par un compteur inclus dans un ensemble de mesurage (appelé communément groupe d'épalement).

#### 1.4.1. Alimentation

L'alimentation en liquide doit être réalisée par un réservoir tampon. Pendant toutes les opérations de jaugeage, le volume contenu dans ce réservoir doit être supérieur au volume débité en 10 minutes au débit maximal de l'ensemble de mesurage.

Le dispositif d'alimentation du réservoir tampon doit être conçu de façon à ne pas favoriser l'introduction de bulles d'air à l'entrée de la pompe. A cet effet, notamment, une alimentation en "source" est préférable à une alimentation "en pluie".

L'alimentation du réservoir tampon pendant le remplissage des récipients-mesures peut favoriser la présence de gaz dans le liquide et les écarts de température, et doit donc être évitée chaque fois que possible.

L'alimentation doit être réalisée conformément au 1.4.1.1 ou au 1.4.1.2 ci-après.

##### 1.4.1.1. Alimentation par gravité

Pendant toutes les opérations de jaugeage, la variation relative de la hauteur de charge du liquide contenue dans le réservoir doit être inférieure à 20 %.

##### 1.4.1.2. Alimentation par un réservoir en charge sur une pompe.

Le groupe de pompage doit comporter un préfiltre à l'aspiration de la pompe et un filtre en aval de la pompe.

Le diamètre et la longueur des tuyaux, la hauteur de charge, et la configuration du circuit hydraulique doivent être choisis de manière à assurer en permanence une pression supérieure à la pression atmosphérique à l'entrée de la pompe.

Un manomètre doit être placé entre le préfiltre et la pompe afin de permettre la vérification de cette pression.

Le réservoir tampon doit comporter une plaque anti-vortex ou, de préférence, un dispositif empêchant sa vidange complète.

#### 1.4.2. Ensemble de mesurage

L'ensemble de mesurage comporte au moins un compteur muni d'un dispositif indicateur dont la remise à zéro n'est pas liée aux interruptions de débit, un robinet ou une vanne d'extrémité, un limiteur de débit, et un indicateur de débit instantané dont l'erreur de justesse est inférieure à 5 % du débit maximal.

Il doit comprendre un moyen d'élimination des gaz contenus dans le liquide, dont l'efficacité est compatible avec la précision recherchée.

Il doit inclure un moyen de prise en considération de la température du liquide.

Ce moyen peut être automatisé au moyen d'un calculateur ou constitué par un thermomètre étalonné, dont l'échelon est inférieur ou égal à 0,5 °C, placé dans un puits thermométrique convenablement disposé pour mesurer la température du liquide utilisé.

L'ensemble de mesurage doit avoir une étendue des débits admissibles compatible avec l'utilisation prévue. Il doit permettre l'utilisation des liquides envisagés.

Il est recommandé que l'ensemble de mesurage soit approuvé pour l'application spécifique des jaugeages.

Lorsque l'alinéa précédent n'est pas satisfait, l'ensemble de mesurage doit faire l'objet d'une autorisation de mise en service pour l'application particulière. Dans ce cas, les éléments ou sous-ensembles susceptibles d'être approuvés doivent être approuvés pour les liquides envisagés. L'étude du dossier et l'examen sur place doivent notamment porter sur l'aptitude de l'ensemble de mesurage à fonctionner de façon correcte, dans le cas de volumes délivrés de façon continue ou de façon discontinue, et, en particulier, sur la stabilité du point de transfert. Des précautions doivent être prises concernant les possibilités de reflux du liquide (ex : clapet anti-retour).

#### 1.4.3. Débits d'utilisation

Les débits d'utilisation doivent être choisis parmi les débits admissibles de l'ensemble de mesurage, qui ne doit être utilisé à des débits plus faibles que dans des zones particulières du compartiment : angles, discontinuités. Le volume mesuré à ces débits doit représenter moins de 5 % du volume total du compartiment à jauger.

Si nécessaire, l'étendue des débits possibles doit être limitée au moyen de sécurités, notamment lorsque l'erreur de l'ensemble de mesurage est trop importante aux faibles débits, ou pour les débits pour lesquels la fidélité n'est pas assurée.

#### 1.4.4. Etalonnage

##### 1.4.4.1. Moyens

Le contrôle et l'étalonnage de l'ensemble de mesurage sont effectués à l'aide d'une jauge (revêtue intérieurement de résine époxy ou en acier inoxydable). Son volume doit être supérieur à 10 000 fois l'incertitude de lecture du dispositif indicateur du compteur et à 2 % du volume débité en une heure au débit maximal de l'ensemble de mesurage ; l'incertitude de lecture du dispositif indicateur du compteur est considérée égale à :

- un échelon pour les dispositifs indicateurs numériques,
- un demi-échelon pour les dispositifs indicateurs à mouvement continu.

Toutefois, lorsque ces conditions conduisent à un volume théorique de la jauge compris entre 1 000 l et 2 000 l, on pourra utiliser pour le contrôle et l'étalonnage une jauge de 1 000 l. Deux remplissages sont alors effectués consécutivement, la lecture des indications étant réalisée avant le premier remplissage et à la fin du second remplissage. Le dispositif indicateur n'est pas remis à zéro entre les deux remplissages.

La jauge doit être d'un modèle à fenêtre. Elle doit être étalonnée tous les cinq ans par référence aux étalons nationaux, avec une incertitude d'étalonnage de  $2 \times 10^{-4}$ , pour un niveau de confiance de 99,8 %.

La jauge doit être réétalonnée chaque fois que son état apparent le justifie.

##### 1.4.4.2. Périodicité d'étalonnage

Une courbe d'étalonnage complète (6 points au moins sont conseillés) de l'ensemble de mesurage doit être établie chaque fois que l'un des éléments suivants intervient :

- 3 mois se sont écoulés depuis l'établissement de la dernière courbe,
- un volume égal à celui débité en 100 heures au débit maximal a été mesuré par l'ensemble de mesurage depuis l'établissement de la dernière courbe,
- un écart supérieur à 0,5 pour mille a été constaté entre un point de contrôle et le point correspondant de la courbe d'étalonnage (voir ci-après).

Au début et à la fin de chaque journée de jaugeage, un contrôle de la courbe d'erreur de l'ensemble de mesurage doit être effectué au débit principal d'utilisation. Les mesures effectuées pour les jaugeages de la journée ne peuvent être prises en compte que si l'erreur constatée lors de ces contrôles ne s'écarte pas de plus de 0,5 pour mille de la courbe d'étalonnage, après corrections le cas échéant. En fonction de la constance de l'ensemble de mesurage dûment constatée, la direction régionale de l'industrie et de la recherche peut autoriser un autre mode de validation des résultats.

#### 1.5. CORRECTIONS ET INCERTITUDES

##### 1.5.1. Généralités

La valeur d'un étalon est toujours connue avec une incertitude, en plus ou en moins.

Par ailleurs, la valeur d'un étalon peut être quantifiée au moyen d'une valeur nominale accompagnée d'une erreur (ou d'une correction) qui est connue.

En conséquence, la valeur étalon se présente souvent sous la forme :

$$V = V_0 + c \pm i = V_0 - e \pm i$$

avec : . V : valeur (conventionnellement) vraie de l'étalon,  
 .  $V_0$  : valeur nominale de l'étalon,  
 . c : correction (connue),  
 . e : erreur (connue),  
 . i : incertitude (en général symétrique par rapport à la valeur vraie).

Parfois, la valeur de l'erreur est nulle car l'étalon a été ajusté à la valeur nominale lors de l'étalonnage. C'est souvent le cas pour les jauges.

Enfin, lors d'un étalonnage, l'erreur est donnée par la différence algébrique de la valeur lue (V lue) et de la valeur étalon (V vraie) :

$$e = V \text{ lue} - V \text{ vraie}$$

La correction (c) est égale à l'opposée de l'erreur :  $c = -e$

De plus, la mise en oeuvre des étalons utilisés pour étalonner ou vérifier d'autres instruments s'accompagne également d'écarts appréciables (dus à l'influence de la température par exemple) dont on peut tenir compte ou non, selon leur importance, et d'incertitudes, par exemple incertitude due à la méconnaissance de la température exacte ou incertitudes liées aux variations aléatoires.

## 1.5.2. Corrections

### 1.5.2.1. Correction due à l'erreur relevée lors de l'étalonnage

Les volumes jaugés doivent être corrigés des erreurs des jauges étalons ou des ensembles de mesurage étalons.

Dans le cas de jauges, c'est donc le volume effectif qui doit être pris en considération, c'est-à-dire le volume vrai relevé sur le certificat d'étalonnage. Souvent l'erreur est nulle (voir 1.5.1).

Dans le cas d'ensembles de mesurage, suivant que les documents d'étalonnage (courbe, tableau) donnent l'erreur ou la correction de l'ensemble :

- l'erreur est soustraite algébriquement de la valeur lue sur l'ensemble de mesurage,

- la correction est ajoutée algébriquement à la valeur lue.

Si les erreurs sont négligeables, il est autorisé de ne pas appliquer de correction, mais il doit en être tenu compte pour le calcul final des incertitudes.

### 1.5.2.2. Correction due à l'influence de la température

Il peut être nécessaire de tenir compte de la correction en fonction de la température.

### 1.5.2.2.1. Jaugeages effectués au moyen de jauges

La formule suivante est applicable dans le cas de jauges :

$$V_c = V_e \left[ 1 + A (t_e - t_r) + B (t_r - t_c) \right] \frac{v_{mc}}{v_{me}}$$

Dans laquelle :

$V_c$  est le volume du récipient mesure à la température de référence,

$V_e$  est le volume mesuré à l'aide de l'installation étalon et auquel on a appliqué la correction sur l'étalon,

$A$  est le coefficient de dilatation cubique du matériau de construction des jauges étalons ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ),

$B$  est le coefficient de dilatation cubique du matériau de construction du récipient-mesure à jauger ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ),

$t_r$  est la température de référence ( $^{\circ}\text{C}$ ), réglementairement égale à  $20^{\circ}\text{C}$ ,

$t_e$  est la température moyenne du liquide dans l'installation étalon ( $^{\circ}\text{C}$ ),

$t_c$  est la température moyenne du liquide dans le récipient-mesure à jauger ( $^{\circ}\text{C}$ ),

$v_{mc}$ ,  $v_{me}$  sont les volumes massiques du liquide à  $t_c$  et  $t_e$ .

Le volume délivré par l'installation étalon doit être corrigé en fonction de l'erreur fournie par le certificat d'étalonnage, mais aussi en fonction de la température à laquelle cet étalonnage a été effectué lorsqu'elle est différente de  $t_r$ .

On applique alors la formule

$$V_e = V_{e0} \left[ 1 + A (t_r - t_0) \right]$$

dans laquelle :

$V_{e0}$  : est le volume mesuré à l'aide de l'installation étalon et auquel on n'a appliqué que la correction donnée par le certificat d'étalonnage,

$t_0$  : est la température figurant sur le procès-verbal d'étalonnage, à laquelle celui-ci a été effectué,

$V_e$ ,  $A$ ,  $t_r$  : ont le même sens que ci-dessus.

Remarquons que le volume  $V_c$  à la température de référence peut être directement donné par la formule :

$$V_c = V_{e0} \left[ 1 + A (t_e - t_0) + B (t_r - t_c) \right] \frac{v_{mc}}{v_{me}}$$

Dans le cas général où le jaugeage est effectué avec de l'eau, les considérations suivantes s'appliquent :

- 1) Il est souhaitable que, pendant le jaugeage, la température de l'eau ne varie pas de plus de 2 °C. La température de l'eau est mesurée, dans l'installation étalon et dans le récipient mesure à jauger.
- 2) Lorsque cette condition est remplie et que la température de l'eau est dans l'intervalle  $\pm 10$  °C, il n'est pas nécessaire d'appliquer de correction en fonction de la température.
- 3) Les températures devraient être mesurées à  $\pm 0,5$  °C près.

Une annexe jointe donne des valeurs du volume massique de l'eau qui peuvent être retenues, et des exemples de valeurs de coefficients de dilatation cubique.

A titre d'exemple, dans le cas d'une jauge en acier inoxydable, étalonnée à 20 °C, d'un volume mesuré à 15 °C dans la jauge étalon et d'une eau à 20 °C en fin d'opération dans un récipient-mesure du même matériau, l'influence de la température est de l'ordre de  $7 \cdot 10^{-4}$ .

Lorsque la correction n'est pas effectuée, il doit en être tenu compte pour le calcul des incertitudes.

#### 1.5.2.2.2. Jaugeages effectués au moyen d'un ensemble de mesurage

##### A) Etalonnage de l'ensemble de mesurage

L'ensemble de mesurage est étalonné au moyen d'une jauge ayant elle-même été préalablement étalonnée à la température  $t_0$ , et dont le volume porté sur le certificat d'étalonnage est  $V_{e0}$ .

Lors de l'étalonnage, la température moyenne du liquide dans l'ensemble de mesurage est  $t_a$ . Le liquide se trouve à la température moyenne  $t_j$  dans la jauge en fin d'étalonnage.

Le volume lu sur l'ensemble de mesurage est  $V_a$ .

L'erreur (absolue) de l'ensemble de mesurage est donnée par la formule :

$$e = V_a - V_{e0} [1 + A (t_j - t_0)] \frac{v_{ma}}{v_{mj}}$$

Dans laquelle :

$v_{ma}$  et  $v_{mj}$  sont respectivement les volumes massiques du fluide aux températures  $t_a$  et  $t_j$ ,

$A$  a le même sens que ci-dessus.

On en déduit l'erreur relative du compteur  $e_r$  ou le coefficient de correction :

$$k = \frac{V_a}{V_a}$$

$V_a$  est le volume vrai ayant traversé l'ensemble de mesurage.

$$V_a = V_{e0} [1 + A(t_j - t_0)] \frac{v_{ma}}{v_{mj}}$$

## B) Jaugeage

Lors du jaugeage, la température moyenne dans l'ensemble de mesurage étalon est  $t_e$  et, en fin de jaugeage, la température moyenne dans le récipient-mesure à jauger est  $t_c$ .

La température  $t_e$  doit être suffisamment proche de la température  $t_a$  lors de l'étalonnage.

Le volume lu sur l'ensemble de mesurage étant  $V_{le}$ , le volume vrai délivré  $V_{ve}$  est alors :

$$V_{ve} = \frac{V_{le}}{1 + \epsilon_r} = k V_{le}$$

Le volume  $V_c$  du récipient-mesure à jauger, à la température de référence  $t_r$ , est donné par la formule :

$$V_c = k V_{le} [ 1 + B(t_r - t_c) ] \frac{v_{mc}}{v_{me}}$$

Dans laquelle :

$v_{mc}$  et  $v_{me}$  sont respectivement les volumes massiques du liquide aux températures  $t_c$  et  $t_e$ ,

$B$  a le même sens que ci-dessus.

Remarquons que le volume  $V_c$  à la température de référence peut être donné globalement par la formule :

$$V_c = V_{e0} [ 1 + A(t_j - t_0) + B(t_r - t_c) ] \frac{v_{mc}}{v_{me}} \cdot \frac{v_{ma}}{v_{mj}} \cdot \frac{V_{le}}{V_{la}}$$

Les considérations générales données à la fin du paragraphe 1.5.2.2.1 s'appliquent avec les adaptations nécessaires, et, peut-être, en réduisant les fourchettes de température.

### 1.5.3. Incertitudes

Les incertitudes doivent être calculées selon les méthodes en vigueur au Bureau national de métrologie (BNM). Quelques aspects pratiques sont abordés ci-après. Pour la théorie on se reportera aux normes citées en bibliographie.

Les incertitudes dont les causes sont indépendantes sont sommées quadratiquement. Dans la suite du texte on suppose un coefficient  $k$  égal à trois, correspondant à un niveau de confiance de 99,8 %, au sens du paragraphe 8.2 de la norme NF X 06-044 (voir bibliographie). L'incertitude est donc introduite au niveau des formules statistiques à la place de l'écart-type.

Sauf raison particulière on prendra ce coefficient pour le calcul des incertitudes.

Parmi les causes d'incertitudes, on peut citer :

- incertitudes liées aux étalons de volume,
- incertitudes liées aux étalons de longueur,
- incertitudes liées aux erreurs de lecture,

- incertitudes liées aux influences de la température,
- incertitudes liées aux déformations,
- incertitudes liées à la position d'utilisation,
- incertitudes liées au mouillage, au temps d'égouttage, à la nature du liquide,
- incertitudes liées aux autres conditions de mise en oeuvre.

### 1.5.3.1. Incertitudes liées aux étalons de volume.

#### 1.5.3.1.1. Jaugeages effectués au moyen de jauges

Dans le cas de jauges, on appliquera la méthode en vigueur au BNM.

Soit une jauge étalon dont l'incertitude est donnée sous la forme :

$$I = \pm (A + BV)$$

avec :

A et B constantes  
V volume de la jauge.

L'incertitude sur un volume délivré correspondant à n fois le volume de la jauge est donnée par :

$$I_n = \pm (A + BV) \quad n^{1/2}$$

Il s'agit de l'incertitude absolue. En valeur relative cela donne :

$$I_{Rn} = \pm \frac{A + BV}{V \cdot n^{1/2}}$$

L'incertitude sur la jauge étalon constitue donc un majorant lorsque l'on raisonne en valeur relative.

Lorsque l'on dispose d'un jeu de trois jauges respectivement de volume V, V, v et utilisées n1, n2 et n3 fois, l'incertitude absolue est donnée par :

$$I^2 = \pm [ n_1 (A_1 + B_1 V)^2 + n_2 (A_2 + B_2 V)^2 + n_3 (A_3 + B_3 v)^2 ]$$

On n'a pas tenu compte du fait que la jauge de volume v n'est pas nécessairement complètement vidée à la dernière utilisation.

Enfin, pour tenir compte de l'état de la jauge, on pourra appliquer un coefficient de sécurité, 2 par exemple.

#### 1.5.3.1.2 Jaugeages effectués au moyen d'un ensemble de mesurage

Dans le cas d'un ensemble de mesurage, il convient notamment de prendre en considération :

- l'incertitude portée sur le certificat d'étalonnage de la jauge étalon,
- l'état de la jauge étalon,
- les conditions dans lesquelles l'étalonnage de l'ensemble de mesurage est effectué,
- l'écart entre la température d'étalonnage et la température de jaugeage (par calcul ou au moyen de l'expérimentation),

- les divers débits effectifs d'utilisation,
- la fidélité de l'ensemble de mesurage (l'incertitude de lecture peut être considérée traitée au niveau de la fidélité).

La formule donnée en fin du paragraphe 1.5.2.2.2 montre bien que la fidélité de l'ensemble de mesurage intervient deux fois : lors de l'étalonnage et lors de l'utilisation. En effet, à chacune de ces opérations, pour les volumes effectivement délivrés, les résultats lus auraient pu être différents, dans les limites de la fidélité de l'instrument.

#### 1.5.3.2. Incertitudes liées aux mesures de longueur.

Elles sont principalement dues à l'erreur sur la mesure de longueur et à l'erreur de lecture. Si nécessaire, on peut prendre en considération l'influence de la température notamment.

En général, l'incertitude sur le repérage des niveaux (Il) pourra être donnée par :

$$I_l^2 = \pm (I_1^2 + I_2^2)$$

avec

$I_1$  erreur maximale tolérée pour la mesure de longueur en fonction de la classe de précision,

$I_2$  erreur maximale de lecture estimée.

Cette incertitude aura une influence maximale dans la zone de barémage correspondant à la limite inférieure de sensibilité.

L'incertitude relative maximale sur le volume ( $I_{rl}$ ), en pour mille, engendrée par l'incertitude sur le repérage du niveau est donnée par :

$$I_{rl} = \frac{I_l}{s}$$

avec :  $s$  égal à 2 mm pour les citernes ou 1,5 mm pour les wagons.

#### 1.5.3.3. Incertitudes liées aux erreurs de lecture

Les incertitudes de lecture liées aux mesures de longueur et aux ensembles de mesurage sont considérées dans les paragraphes précédents.

Dans le cas de jauges, l'incertitude de lecture doit, sauf raisons particulières, être considérée comme égale à la moitié de l'échelon de graduation le plus grand de la jauge fractionnée. Il convient de tenir compte du volume compris entre la dernière graduation et le robinet ou la vanne de la jauge.

#### 1.5.3.4. Incertitudes liées aux influences de la température

### 1.5.3.4.1. Jaugeages effectués au moyen de jauges.

L'incertitude relative ( $I_{rt}$ ) sur le volume jaugé est donnée par (en négligeant les termes du second ordre) :

$$I_{rt}^2 = \left[ A - \frac{dv_{me}}{dte} \right]^2 I_{te}^2 + \left[ -B + \frac{dv_{mc}}{dte} \right]^2 I_{tc}^2$$

avec :

$\frac{dv_{me}}{dte}$  variation de la valeur numérique du volume massique du liquide par degré Celsius autour de la température  $t_e$ ,

$\frac{dv_{mc}}{dte}$  variation de la valeur numérique du volume massique du liquide par degré Celsius autour de la température  $t_c$ ,

$I_{te}$ ,  $I_{tc}$  incertitudes sur les mesures de  $t_e$  et  $t_c$ .

Cette formule peut être utilisée pour calculer l'incertitude liée à la mesure des températures ou pour calculer l'erreur moyenne due au fait que l'on applique une correction moyenne alors que les températures  $t_e$  et  $t_c$  se situent, en fait, dans une fourchette.

Exemple :

Dans le cas de jauges et de récipients-mesures en acier inoxydable, l'installation de jaugeage à l'eau est telle que par expérience, la température dans les jauges est en moyenne égale à 15 °C et dans l'intervalle 13 °C à 17 °C, et que la température dans les récipients-mesures est en moyenne égale à 18 °C et dans l'intervalle 16 °C à 20 °C.

On suppose les répartitions gaussiennes et on assimile la variation du volume massique en fonction de la température à une variation linéaire.

On se propose d'appliquer la correction moyenne correspondant à  $t_c = 15$  °C et à  $t_c = 18$  °C, quelles que soient exactement ces températures.

La correction moyenne relative est  $C = 3,5 \times 10^{-4}$

On a par ailleurs (voir table pour l'eau en annexe) :

$\frac{dv_{me}}{dte}$  de l'ordre de  $15 \times 10^{-5}$  °C<sup>-1</sup>

$\frac{dv_{mc}}{dte}$  de l'ordre de  $18 \times 10^{-5}$  °C<sup>-1</sup>

D'où, si on néglige les incertitudes que l'on ferait sur les mesures des températures :

$$I_{rt}^2 = \left[ (5,1 - 15)^2 \times 2^2 + (-5,1 + 18)^2 \times 2^2 \right] \times 10^{-10}$$

Soit  $I_{rt} = 3,3 \times 10^{-4}$

### 1.5.3.4.2 Jaugeages effectués au moyen d'un ensemble de mesurage

L'incertitude relative ( $I_{rt}$ ) sur le volume délivré par l'ensemble de mesurage est donnée par (en négligeant les termes du second ordre) :

$$I_{rt}^2 = \left[ A - \frac{dv_{mj}}{dt_j} \right]^2 I_{tj}^2 + \left[ -B + \frac{dv_{mc}}{dt_c} \right]^2 I_{tc}^2 + \left[ \frac{dv_{me}}{dt_e} \right]^2 I_{te}^2 + \left[ \frac{dv_{ma}}{dt_a} \right]^2 I_{ta}^2$$

avec :

$dv_{mi}$  variation de la valeur numérique du volume massique du liquide par degré Celsius autour de la température  $t_i$ ,  
 $dt_i$

$I_{ti}$  incertitude sur la mesure de  $t_i$ .

### 1.5.3.5. Autres incertitudes

Les autres incertitudes doivent être estimées à partir de l'expérimentation.

Pour les déformations, en l'absence de précisions, on pourra prendre la moitié de l'amplitude maximale tolérée pour les déformations.

L'influence de la position d'utilisation pourra être négligée si la verticale de pige est bien centrée sur les centres de gravité des sections horizontales. Un calcul théorique est possible.

Pour le mouillage et le temps d'égouttage, sauf raison particulière, le jaugeage devrait être effectué parois mouillées au départ, après un égouttage de 30 s. Seule l'expérimentation peut permettre d'apprécier l'influence du non respect de cette procédure, en fonction du liquide, des divers matériaux et des diverses formes. L'utilisation d'additifs pour augmenter le pouvoir mouillant du liquide peut être envisagée.

Enfin, il conviendrait de tenir compte de l'exploitation des résultats de mesurage pour obtenir le barème. On pourra considérer que la mise en oeuvre du logiciel utilisé par l'administration se traduit par une incertitude inférieure à  $5 \times 10^{-4}$ .

Note : l'incertitude est très inférieure à cette valeur lorsque les relevés de niveaux ont été opérés correctement. La valeur donnée correspond à des cas d'erreurs de manipulations.

### 1.5.3.6. Incertitude globale

Les incertitudes sont sommées quadratiquement.

Exemple :

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Incertitude relative liée aux étalons de volume             | : $\pm 10^{-3}$             |
| Incertitude relative liée au repérage de niveaux            | : $\pm 0,5 \times 10^{-3}$  |
| Incertitude relative liée à la lecture des jauges           | : $\pm 0,5 \times 10^{-3}$  |
| Incertitude relative liée aux températures                  | : $\pm 0,33 \times 10^{-3}$ |
| Incertitude relative liée aux déformations                  | : $\pm 0,5 \times 10^{-3}$  |
| Incertitude liée à l'exploitation des résultats de mesurage | : $\pm 0,5 \times 10^{-3}$  |
| Incertitude estimée correspondant aux autres causes         | : $\pm 0,5 \times 10^{-3}$  |

L'incertitude relative globale estimée est donnée par :

$$I^2 = 10^{-6} [1 + 0,5^2 + 0,5^2 + 0,33^2 + 0,5^2 + 0,5^2 + 0,5^2] = 2,36 \times 10^{-6}$$

$$\text{Soit } I = \pm 1,54 \times 10^{-3}$$

Lorsque l'on ne corrige pas les résultats en fonction des erreurs liées aux étalons, il doit en être tenu compte pour la détermination des incertitudes. Il convient alors de faire la somme algébrique de toutes les erreurs quantifiables (erreurs sur les étalons, absence de correction en fonction de la température...). Les incertitudes en plus et en moins sont alors données par la somme algébrique des incertitudes calculées comme précédemment et de la somme des erreurs en question.

Dans le cas exposé au paragraphe 1.5.3.4 si l'on n'effectue pas la correction en fonction de la température, l'incertitude relative globale est telle que :

$$- 1,19 \times 10^{-3} < I < + 1,89 \times 10^{-3}$$

On approche alors la limite réglementaire tolérée :  $2 \times 10^{-3}$  en valeur relative.

## 1.6. PROCEDURE D'AGREMENT

Le demandeur de l'agrément doit, à l'appui de sa demande, déposer à la direction régionale de l'industrie et de la recherche un dossier en 2 exemplaires au moins, comprenant les documents et renseignements suivants :

- les plans détaillés et cotés décrivant notamment :
  - . l'emplacement et la disposition de la station de jaugeage,
  - . l'infrastructure du plan de travail et de son accès,
  - . le système de jaugeage utilisé (jauges, ensembles de mesurage),
  - . la nature du liquide s'il est différent de l'eau,
  - . les conditions d'alimentation en liquide (réservoir, canalisations, pompe),
- les caractéristiques métrologiques et techniques du système de jaugeage,
- le détail des calculs d'incertitudes liés aux étalons et à leur mise en oeuvre,
- l'engagement du demandeur sur la conformité de la station aux normes de sécurité du travail en vigueur,
- l'engagement du demandeur à fournir à la direction régionale de l'industrie et de la recherche tous les documents nécessaires au suivi de la conformité de la station aux présentes dispositions (ex.: certificat d'étalonnage).

La direction régionale de l'industrie et de la recherche pourra demander des justifications sur les différentes pièces constituant le dossier.

La décision d'agrément est prononcée par le directeur régional de l'industrie et de la recherche pour une durée de 10 ans.

Si la station n'est plus conforme au dossier ayant conduit à l'agrément, l'agrément peut être suspendu ou retiré par le directeur régional de l'industrie et de la recherche après que le bénéficiaire a été mis en mesure de présenter ses observations.

## II - MODALITES DU CONTROLE DES RECIPIENTS-MESURES

Les dispositions de l'arrêté du 28 septembre 1990 précité s'appliquent aux récipients-mesures transportant, par voie routière ou ferroviaire, des liquides dont les volumes sont mesurés à la pression atmosphérique.

### 2.1. RAPPELS RÉGLEMENTAIRES

2.1.1. Les citernes et wagons doivent satisfaire aux dispositions de l'arrêté du 28 septembre 1990 relatif aux récipients-mesures utilisés pour le transport routier ou ferroviaire des produits liquides à la pression atmosphérique lorsque les volumes de liquides transportés à l'occasion des opérations citées à l'article 1er de l'ordonnance n° 45-2405 du 18 octobre 1945 modifiée relative au mesurage du volume des liquides ne sont pas mesurés, même occasionnellement, au moyen d'autres instruments de mesure légaux.

Ces opérations sont rappelées ci-dessous :

- transactions commerciales,
- répartitions de marchandises ou de produits,
- déterminations de salaires,
- expertises judiciaires,
- opérations fiscales.

2.1.2. Les récipients-mesures sont identifiés par une plaque d'identification de jaugeage normalisée apposée sur une partie visible de la citerne. Ils sont accompagnés d'un certificat de jaugeage en cours de validité et d'une pige millimétrique (appelée sabre) destinée à repérer la hauteur du liquide.

Toute citerne munie d'une plaque d'identification de jaugeage doit être accompagnée d'un certificat de jaugeage en cours de validité.

Les utilisateurs de citernes sont tenus de présenter à toute réquisition le certificat de jaugeage en cours de validité et la pige millimétrique appropriée. Toutefois, pour les wagons, le certificat et le sabre peuvent n'être disponibles que sur les lieux d'utilisation.

2.1.3. Le demandeur de la vérification après réparation ou modification est celui qui a procédé à la réparation ou à la modification.

Le demandeur de la vérification périodique est le détenteur de la citerne ou du wagon.

Ils peuvent se faire représenter par le responsable de la station de jaugeage.

Lors de la présentation à la vérification périodique, toute citerne ayant contenu des produits dangereux doit être présentée avec une attestation de dégazage établie par l'entreprise qui a procédé à l'opération.

Il appartient au détenteur de la citerne ou du wagon de vérifier que le certificat de jaugeage est en cours de validité et, lorsque nécessaire, de demander la vérification périodique du récipient-mesure. Le défaut de certificat de jaugeage en cours de validité est imputable au détenteur de la citerne ou du wagon si la demande de vérification périodique n'a pas été faite un mois au moins avant la date d'expiration du certificat de jaugeage.

- 2.1.4. Les sociétés sollicitant un agrément pour effectuer certaines opérations de jaugeage en application de l'article 31 de l'arrêté précité doivent avoir mis en application les dispositions correspondantes prévues par la circulaire n° 90.1.01.100.0.0 relative à l'application des articles 18, 28 et 44 du décret n° 88-682 du 6 mai 1988, pour les organismes chargés de la vérification périodique, notamment celles concernant la gestion de la marque de vérification périodique (voir paragraphe 2.7).

## 2.2. DOSSIER SOUMIS AU VISA DE LA DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE (article 22 de l'arrêté)

### 2.2.1. Plans du récipient-mesure (paragraphe 22.2 de l'arrêté)

Les plans doivent mentionner les pentes des tuyauteries et de la génératrice inférieure lorsque la citerne est placée dans la position de référence.

### 2.2.2. Note de calcul (paragraphe 22.3 de l'arrêté)

La note de calcul prévue au paragraphe 22.3 de l'arrêté précité doit comprendre un tableau (ou plusieurs) rassemblant les principales caractéristiques métrologiques du récipient-mesure, conformément au modèle figurant à l'annexe 1. Les calculs ayant permis la détermination de ces caractéristiques doivent être détaillés.

Pour permettre leur vérification, la note de calcul sera accompagnée d'informations concernant notamment :

- les matériaux de fabrication,
- leur module d'Young,
- leur coefficient de dilatation linéaire à 20 °C,
- l'épaisseur des parois,
- le mode de fabrication.

Chaque modèle tel que défini à l'article 22, 1er alinéa de l'arrêté précité donne lieu à l'établissement de la note de calcul définie ci-dessus. La modification de l'une quelconque des valeurs du tableau figurant à l'annexe 1, ou des informations figurant aux tirets ci-dessus, implique le dépôt d'un nouveau dossier correspondant au modèle ainsi modifié.

### 2.2.3. Dispositif de fermeture étanche

Il appartient au fabricant du récipient-mesure d'assurer que le dispositif de fermeture à partir duquel sont mesurés les volumes présente une étanchéité suffisamment efficace et fiable dans le temps. Cette assurance peut être donnée, par exemple, par des résultats d'essais ou par une attestation du fournisseur du dispositif étanche. L'étanchéité doit être considérée notamment en fonction :

- de la compatibilité des matériaux avec les liquides,
- des possibilités d'usure et d'abrasion,
- du vieillissement des parties constituantes.

#### 2.2.4. Citernes exclusivement destinées aux aérodromes et à la défense nationale.

Si nécessaire, les citernes exclusivement destinées aux aérodromes et à la défense nationale seront vérifiées compte tenu des conditions prévues à l'article 43 du décret n° 88-682 du 6 mai 1988 relatif au contrôle des instruments de mesure.

### 2.3. JAUGEAGE

Les mesures de niveau sont effectuées après application complète du plan inférieur de la poignée du sabre sur le plan des deux surfaces-repères.

#### 2.3.1. Events (article 6 de l'arrêté)

Si des événements ne peuvent être aménagés conformément aux dispositions de l'arrêté, le barème s'arrêtera au niveau à partir duquel il y a risque de formation de poche d'air. La capacité totale ne sera pas donnée.

#### 2.3.2. Sensibilité minimale et zone de barémage (article 16 de l'arrêté)

Sauf raison particulière, le barème est établi pour toute la zone de barémage définie à l'article 16 de l'arrêté susmentionné.

Le barème des compartiments d'une citerne utilisée pour le ramassage des liquides alimentaires ou des huiles usagées ou d'une citerne exclusivement destinée aux aérodromes peut, sur demande de l'utilisateur, être complété par un tableau donnant, à titre indicatif, les volumes en dessous du niveau pour lequel la sensibilité est au moins égale à deux millimètres pour le millième du volume contenu à ce niveau. En principe ce tableau figure sur une feuille à part du certificat de jaugeage. Sinon, il ne doit pas pouvoir être interprété comme faisant partie du certificat de jaugeage. En tout état de cause, ce tableau doit comporter la mention suivante :

" La précision de ce tableau n'est pas garantie ; il ne fait pas foi devant tout autre moyen légal de mesurage."

Dans le cas de conditions particulières d'emploi en raison de la nature des liquides transportés (masse volumique élevée, coefficient de dilatation important), le barème d'un wagon peut être établi pour toute la moitié supérieure du compartiment, même en dessous du niveau pour lequel la sensibilité d'un millimètre et demi pour le millième du volume contenu à ce niveau est atteinte, à condition que l'incertitude relative globale sur les volumes indiqués reste inférieure à 1 %.

#### 2.3.3. Position de référence (article 15 de l'arrêté)

Le dispositif de repérage de la position de référence et des positions d'utilisation est calé lors de la vérification primitive. Fixé sur la citerne ou sur une partie du châssis faisant corps avec la citerne parallèlement à son axe longitudinal, il permet de connaître sa position de référence et de vérifier lors d'un repérage de niveau que l'assiette de cette citerne ne diffère pas de plus de 2 % de celle qu'elle présentait lors du jaugeage.

Lorsqu'une citerne semi-remorque est présentée sans son tracteur, la hauteur de la béquille supportant l'avant de la citerne doit reproduire la hauteur du tracteur, la citerne étant remplie d'eau. Quand cette hauteur n'est pas connue, une hauteur moyenne de 1 250 mm sera adoptée. Si cela est nécessaire, la béquille devra être doublée par un étayage à l'aide de vérins, par exemple, pour respecter de bonnes conditions de sécurité.

Le certificat de jaugeage mentionne cette particularité.

#### 2.3.4. Opérations de jaugeage

Les entreprises dont les méthodes et moyens ont été approuvés par la direction régionale de l'industrie et de la recherche (article 25 de l'arrêté précité) et les sociétés agréées pour effectuer certaines opérations de jaugeage peuvent procéder aux opérations d'empotement et de repérage des niveaux.

Les données de jaugeage peuvent être enregistrées sur support papier ou, en accord avec la direction régionale de l'industrie et de la recherche, sur support informatique.

Le calcul du barème et l'édition du barème et du certificat de jaugeage restent du ressort de la direction régionale de l'industrie et de la recherche.

#### 2.4. CERTIFICAT DE JAUGEAGE (article 2 de l'arrêté)

Le certificat de jaugeage comprend au moins les indications suivantes :

- identification de l'autorité ayant délivré le certificat de jaugeage,
- numéro du certificat de jaugeage, date de délivrance et limite de validité,
- raison sociale et adresse du constructeur,
- numéro de la citerne,
- numéro d'immatriculation du véhicule ou de la citerne,
- raison sociale et adresse du détenteur,
- nombre de compartiments,
- autres indications réglementaires obligatoires,

et pour chacun des compartiments,

- capacité nominale,
- mention de la présence des corps creux et des empochements,
- identification du dispositif étanche de fermeture à partir duquel sont déterminées les capacités.

En ce qui concerne le barème, le terme "annexé" mentionné à l'article 2 de l'arrêté susmentionné ne signifie pas nécessairement qu'il figure sur une feuille séparée du certificat de jaugeage ; il peut être sur la même feuille.

Lorsque le dispositif étanche spécifié par le fabricant est situé en aval d'un autre dispositif de fermeture, une mention telle que la suivante doit figurer à proximité du barème :

" Ce barème est valide lorsque le dispositif de fermeture situé en amont du dispositif étanche mentionné sur le certificat de jaugeage est en position ouverte. "

Seules les incertitudes maximales tolérées, prévues à l'article 36 de l'arrêté précité, peuvent figurer sur le certificat de jaugeage, quel que soit le résultat du calcul d'incertitudes.

## 2.5. PLAQUE D'IDENTIFICATION DE JAUGEAGE (article 19 de l'arrêté)

La plaque d'identification de jaugeage doit porter obligatoirement le numéro d'identification de la citerne qui peut être le numéro de fabrication du constructeur ou le numéro de la plaque d'immatriculation, et le numéro du certificat de jaugeage.

La fourniture de la plaque d'identification de jaugeage, des vis, des coupelles et des plombs de poinçonnage est assurée par le demandeur de la vérification primitive, de la vérification après réparation ou modification, ou de la vérification périodique.

## 2.6. MODALITES DE VERIFICATION DE CERTAINES SPECIFICATIONS

### 2.6.1. Verticale de pige et orifice de pige (article 8 de l'arrêté)

La verticale de pige peut être considérée centrée par rapport au centre de gravité de la section du compartiment située au niveau du volume nominal si la variation de ce niveau correspond à moins de 1 pour mille du volume nominal lorsque la position de la citerne varie de plus ou moins 2 % de part et d'autre de la position de référence.

### 2.6.2. Indéformabilité (article 12 de l'arrêté)

L'importance des déformations constitue un facteur déterminant pour le refus ou l'acceptation de la citerne en tant que récipient-mesure.

#### 2.6.2.1. D'une façon générale, les contrôles sont effectués de la manière suivante.

La hauteur totale témoin est prise à vide, puis le compartiment étant rempli à la capacité totale.

Soient  $H_{tt}$  max et  $H_{tt}$  min, les valeurs relevées : la variation relative de la hauteur totale témoin est donnée par :

$$\frac{H_{tt} \text{ max} - H_{tt} \text{ min}}{H_{tt} \text{ min}}$$

Elle doit être inférieure ou égale à 1/1000 pour les cuves à plusieurs compartiments, et à 2/1000 pour les cuves à un seul compartiment.

Pour les récipients-mesures à plusieurs compartiments, le contrôle suivant est également effectué.

Tous les compartiments sont remplis à la capacité totale. On procède ensuite à la vidange totale d'un compartiment sur deux. Le volume qu'il est nécessaire d'empoter dans chaque compartiment non vidangé (à l'aide d'une jauge fractionnée, par exemple) pour revenir à sa capacité totale ne doit pas excéder 1 pour mille de sa capacité totale initiale.

2.6.2.2. Si le compartiment pour lequel le mesurage est effectué est situé entre des compartiments susceptibles d'être soumis à une pression différente de la pression atmosphérique lors du mesurage, ou si ce compartiment est soumis, lors du transport, à une pression différente de la pression atmosphérique, il convient d'en tenir compte.

2.6.2.3. Dans le cas de fabrications en série, le premier récipient au moins d'une série d'un même type est soumis aux essais du paragraphe 2.6.2.

Les récipients suivants peuvent en être dispensés sous réserve de l'examen de leur conformité aux plans approuvés. Il convient toutefois de prendre garde aux écarts possibles sur les épaisseurs des parois, difficiles à mesurer. Il peut donc être nécessaire de disposer d'une certaine expérience avant d'accorder cette dispense.

2.6.2.4. Dans le cas de fabrication individuelle, chaque récipient est soumis à ces essais.

### 2.6.3. Remplissage correct

L'essai décrit au présent paragraphe est donné à titre indicatif. Il s'applique plus particulièrement aux citernes montées sur camions. Il est difficile de lui affecter une tolérance, car le résultat peut dépendre de plusieurs raisons :

- mauvaise étanchéité du dispositif étanche,
- création de poches d'air,
- déformations... .

Par contre il doit permettre de se poser des questions en cas d'écart trop important constaté (supérieur à un pour mille par exemple).

Par ailleurs, les considérations des paragraphes 2.6.2.3 et 2.6.2.4 s'appliquent.

Le contrôle du remplissage correct est effectué comme suit : la citerne est remplie jusqu'à un repère puis le camion roule, couvercles fermés, pendant 5 à 10 minutes, avec des démarrages et arrêts brusques. Lorsque la citerne revient à sa position initiale, on vérifie que le niveau de l'eau est toujours au repère.

NOTE : une baisse du niveau peut également être due à un dégazage du liquide, notamment le long des parois. Un additif peut être utilisé pour augmenter le pouvoir mouillant du liquide.

## 2.7. APPOSITION DES MARQUES DE VERIFICATION

La marque de vérification primitive est apposée par le constructeur ou le réparateur dont les moyens et méthodes sont approuvés conformément à l'article 25 de l'arrêté précité. A cette occasion, le constructeur ou le réparateur appose également la marque de vérification périodique aux emplacements prévus à cet effet.

La marque de vérification périodique peut être apposée par les sociétés agréées en application de l'article 31 de l'arrêté précité, lorsque les dispositions concernant la gestion de la marque de vérification périodique ont été jugées satisfaisantes par la direction régionale de l'industrie et de la recherche.

### III - SPECIFICATIONS RELATIVES A LA CONSTRUCTION

#### 3.1. PLAQUE DE TOUCHE (article 9 de l'arrêté)

Une plaque de touche n'est pas nécessaire si la pente de la génératrice inférieure du compartiment est inférieure à 3 % et si le pied de la verticale de pige est à plus de 50 mm d'un orifice ou d'un obstacle.

Cette disposition ne s'applique pas au cas des compartiments jumelés.

#### 3.2. SURFACES-REPERES (article 10 de l'arrêté)

Les faces supérieures parfaitement dressées de deux butées constituées par des barres verticales soudées de part et d'autre de l'orifice de pige garantissent la meilleure efficacité.

#### 3.3. DISPOSITIF DE REPERAGE DE LA POSITION DE REFERENCE (article 15 de l'arrêté)

Les annexes 2 et 3 donnent des exemples de dispositifs de repérage de la position de référence et des positions d'utilisation.

Dans le cas de citerne à compartiments jumelés, un tel dispositif de repérage selon l'axe transversal du véhicule peut également être exigé, en cas de nécessité.

Le dispositif de repérage de la position de référence n'est pas obligatoire sur les citernes munies d'un coffre (ou d'un dôme) et pour lesquelles, pour chaque compartiment :

- la zone de barémage est située dans le coffre (ou le dôme)
- la verticale de pige passe par le centre de gravité de la section du compartiment située au niveau du volume nominal.

Pour une citerne semi-remorque présentée au jaugeage sans son tracteur, la disposition ci-dessus ne peut pas s'appliquer.

#### 3.4. ORIFICES DE SORTIE POUR CITERNE (article 17.2 de l'arrêté)

Les dispositions de l'article 17.2 de l'arrêté précité doivent être respectées au moyen de sécurités à caractère systématique : il n'est pas suffisant que ce respect soit conditionné à l'observation par l'opérateur d'une procédure, même si celle-ci est clairement affichée.

#### 3.5. ORIFICE DE SORTIE POUR WAGON (article 18 de l'arrêté)

Une tolérance de 20 mm est accordée sur la distance du centre de l'orifice de sortie du corps du compartiment au milieu de la génératrice inférieure de ce compartiment, suivant l'axe de cette génératrice.

### IV - DISPOSITIONS DIVERSES

- 4.1. Pendant une durée de cinq ans à compter de la date d'entrée en vigueur de la présente circulaire, les dispositions prévues au 1.4.4.1. et 1.4.4.2. sont tolérées avec les valeurs suivantes :

- 1.4.4.1. 1er alinéa : < 5 000 fois l'incertitude > au lieu de  
< 10 000 fois l'incertitude >.
- 1.4.4.2. 3ème tiret : < 1 pour mille > au lieu de < 0,5 pour mille >
- 1.4.4.2. 2ème alinéa : < 1 pour mille > au lieu de < 0,5 pour mille >

Jusqu'au 31 décembre 1993, les jauges utilisées pour les jaugeages à la date de signature de la présente circulaire, pourront ne pas avoir été étalonnées depuis moins de cinq ans par référence aux étalons nationaux, lorsque l'ensemble des conditions ci-après est satisfait :

- 1) les jauges ont été étalonnées après 1980, par un laboratoire agréé par le Bureau national de métrologie, ou, à défaut, ont été vérifiées après 1980 par un service chargé de la métrologie légale ;
- 2) les jauges sont dans un bon état apparent, en particulier ne sont pas déformées (bosses, creux...) et ne sont pas rouillées ;
- 3) les jauges ont fait l'objet, dans le cadre de la procédure d'agrément, d'un nettoyage dont l'efficacité est analogue à celle d'un nettoyage sous pression au moyen d'un liquide dégraissant (prendre des précautions pour le nettoyage des fenêtres des jauges) ;
- 4) Les jauges étaient déjà en service dans la station faisant l'objet de la demande d'agrément.

Les jauges visées à l'alinéa précédent pourront ne pas être en acier inoxydable ou revêtues intérieurement de résine époxy.

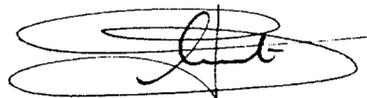
Pour les stations de jaugeage équipées de telles jauges, les incertitudes sur les volumes délivrés seront calculées sans prendre en considération les incertitudes sur les étalons de volume. En conséquence, une incertitude de 1,7 millièmes sera appliquée à toutes les causes d'incertitudes exceptée celle se rapportant à l'étalonnage des jauges.

Dans ce cas, les certificats de jaugeages délivrés ne devront pas mentionner d'incertitudes.

- 4.2. La circulaire n° 81.1.01.320.0.0 du 21 octobre 1981 relative à l'application de l'arrêté du 21 juillet 1976 relatif aux citernes récipients-mesures destinées au transport routier ou ferroviaire des produits liquides à la pression atmosphérique est abrogée.

Fait à Paris, le **15 MARS 1991.**

Pour le ministre et par délégation :  
Par empêchement du directeur général  
de l'industrie :  
L'ingénieur général des mines,



M. GERENTE

A N N E X E 1

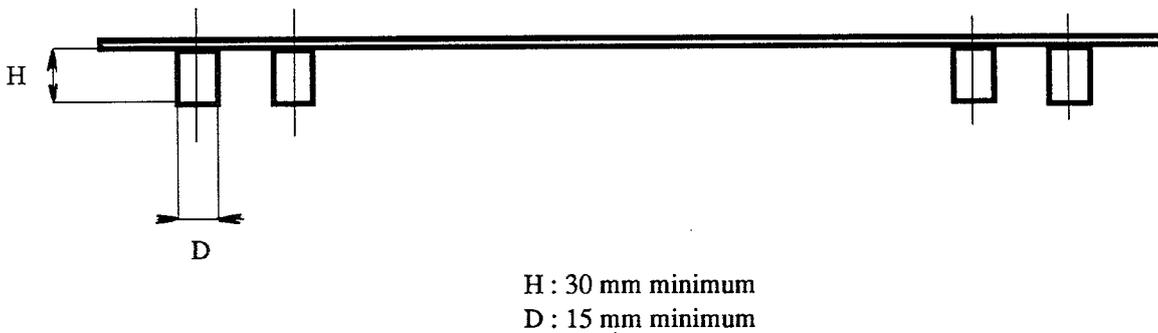
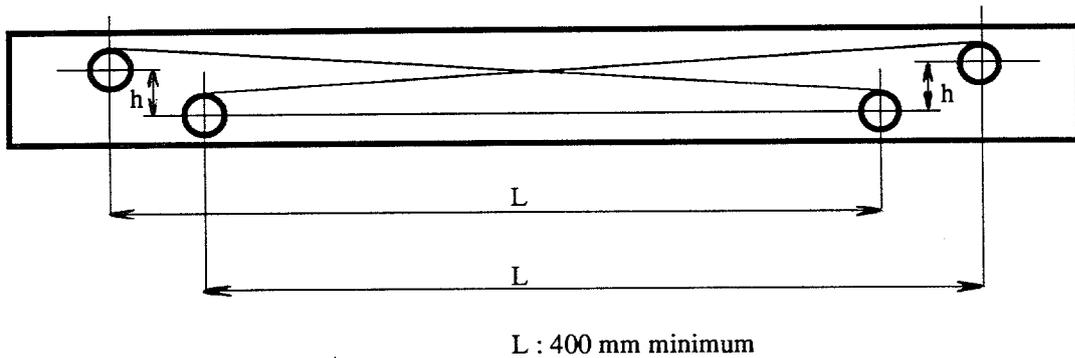
Tableau récapitulatif des principales caractéristiques métrologiques  
du récipient-mesure (par compartiment)

|   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| Numéro du compartiment  |                         |  |
| Capacité nominale $V_n$   | $dm^3$                  |  |
| Hauteur de creux correspondante   | mm                      |  |
| Longueur du compartiment  | mm                      |  |
| Volume des tuyauteries  | $dm^3$<br>ou<br>% $V_n$ |  |
| Volume du corps   | $dm^3$<br>ou<br>% $V_n$ |  |
| Volume du coffre  | $dm^3$<br>ou<br>% $V_n$ |  |
| Hauteur de creux correspondant<br>à la sensibilité de 2 mm pour<br>1/1000 du volume contenu * | mm                      |  |
| Capacité utile correspondant<br>à la hauteur précédente                                       | $dm^3$<br>ou<br>% $V_n$ |  |

\* pour les citernes, 1,5 mm pour les wagons.

- ANNEXE 2 -

Dispositif de repérage de la position de référence et des positions d'utilisation.  
( exemple )



Les plots doivent être en matériau inaltérable.

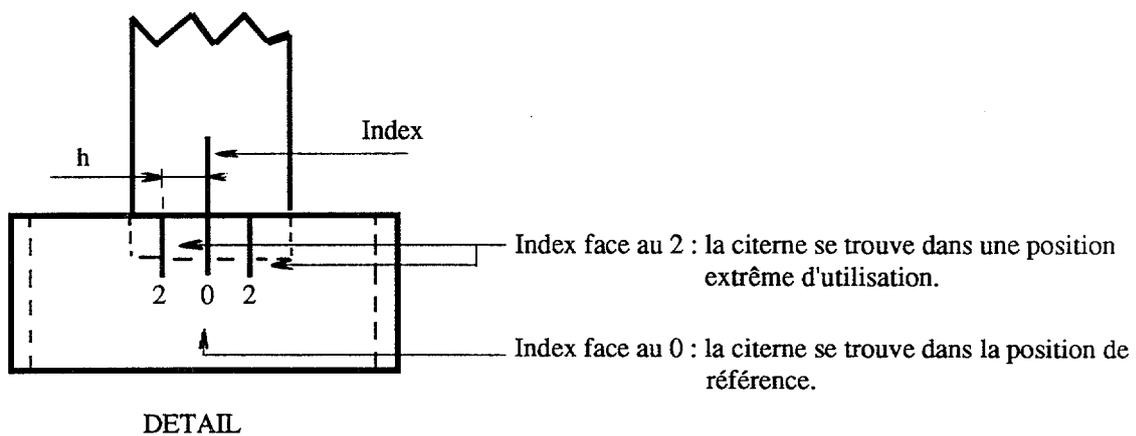
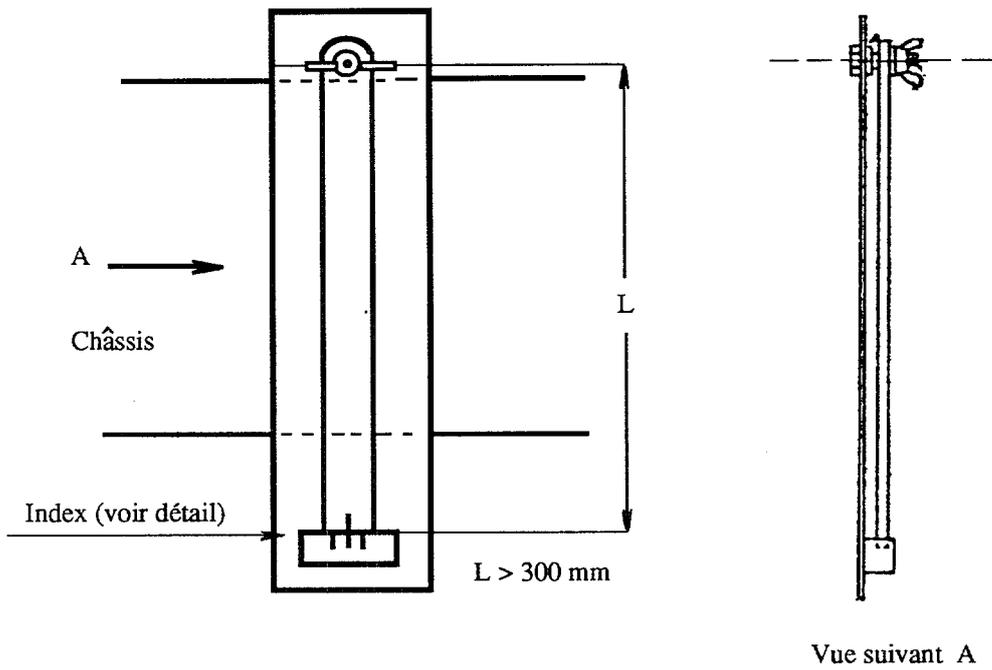
La différence d'altitude  $h$  entre les plots est calculée de la façon suivante, à partir de l'entraxe  $L$  :

$$h = \frac{2 L}{100}$$

A l'aide d'un niveau à bulle d'une sensibilité suffisante, qui doit toujours accompagner la citerne, ce dispositif permet de connaître la position de référence et les positions d'utilisation de la citerne.

- ANNEXE 3 -

Dispositif de repérage de la position de référence et des positions d'utilisation.  
( exemple )



$$h = \frac{2L}{100}$$

A N N E X E 4

Volume massique de l'eau  
et exemples de coefficients de dilatation cubique

| Température de l'eau<br>°C | Volume de 1 kg d'eau<br>dm <sup>3</sup> |
|----------------------------|---|
| 4                          | 1,000 03                                |
| 5                          | 1,000 04                                |
| 6                          | 1,000 06                                |
| 7                          | 1,000 10                                |
| 8                          | 1,000 16                                |
| 9                          | 1,000 22                                |
| 10                         | 1,000 30                                |
| 11                         | 1,000 40                                |
| 12                         | 1,000 51                                |
| 13                         | 1,000 63                                |
| 14                         | 1,000 76                                |
| 15                         | 1,000 90                                |
| 16                         | 1,001 06                                |
| 17                         | 1,001 23                                |
| 18                         | 1,001 41                                |
| 19                         | 1,001 60                                |
| 20                         | 1,001 80                                |
| 21                         | 1,002 01                                |
| 22                         | 1,002 24                                |
| 23                         | 1,002 47                                |
| 24                         | 1,002 72                                |
| 25                         | 1,002 97                                |

(Recommandation internationale OIML R 80)

Exemples de coefficients de dilatation cubique

- acier ordinaire :  $3,3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- acier inoxydable :  $5,1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- aluminium :  $6,9 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

## B I B L I O G R A P H I E

- Recommandation internationale OIML R 80 : Camions et wagons-citernes
  
- Recueil de normes AFNOR : statistique (tome 3)  
Traitement des résultats de mesure.

En particulier :

- . NF X 06-044 (mai 1984) : Traitement des résultats de mesure.  
Détermination de l'incertitude associée  
au résultat final.
  
- . NF X 06-045 (sept. 1985) : Traitement des résultats de mesure.  
Utilisation de grandeurs de référence  
dans les méthodes de mesure.
  
- . NF X 06-046 (sept. 1985) : Traitement des résultats de mesure.  
Propagation des erreurs.

## S O M M A I R E

|   |      |
|---|------|
| I - Conditions d'agrément des stations de jaugeage.                                     | p.1  |
| 1.1. Généralités  | p.1  |
| 1.2. Dispositions communes à toutes les stations  | p.2  |
| 1.2.1. Conditions générales   | p.2  |
| 1.2.2. Emplacement et aménagement   | p.2  |
| 1.2.3. Matériel complémentaire  | p.2  |
| 1.3. Dispositions relatives aux stations de jaugeage équipées de jauges                 | p.3  |
| 1.3.1. Composition  | p.3  |
| 1.3.2. Etalonnage   | p.3  |
| 1.3.3. Installation des jauges  | p.3  |
| 1.4. Dispositions relatives aux stations de jaugeage équipées de compteurs              | p.5  |
| 1.4.1. Alimentation   | p.5  |
| 1.4.2. Ensemble de mesurage   | p.6  |
| 1.4.3. Débits d'utilisation   | p.6  |
| 1.4.4. Etalonnage   | p.7  |
| 1.5. Corrections et incertitudes  | p.7  |
| 1.5.1. Généralités  | p.7  |
| 1.5.2. Corrections  | p.8  |
| 1.5.3. Incertitudes   | p.11 |
| 1.6. Procédure d'agrément   | p.16 |
| II - Modalités du contrôle des récipients-mesures.                                      | p.17 |
| 2.1. Rappels réglementaires   | p.17 |
| 2.2. Dossier soumis au visa de la direction régionale de l'industrie et de la recherche | p.18 |
| 2.2.1. Plans du récipient-mesure  | p.18 |
| 2.2.2. Note de calcul   | p.18 |
| 2.2.3. Dispositif de fermeture étanche  | p.19 |
| 2.2.4. Citernes exclusivement destinées aux aérodromes et à la défense nationale        | p.19 |

|  |      |
|--|------|
| 2.3. Jaugeage  | p.19 |
| 2.3.1. Events  | p.19 |
| 2.3.2. Sensibilité minimale et zone de barèmage            | p.19 |
| 2.3.3. Position de référence                               | p.19 |
| 2.3.4. Opérations de jaugeage                              | p.20 |
| 2.4. Certificat de jaugeage                                | p.20 |
| 2.5. Plaque d'identification de jaugeage                   | p.21 |
| 2.6. Modalités de vérification de certaines spécifications | p.21 |
| 2.6.1. Verticale de pige et orifice de pige                | p.21 |
| 2.6.2. Indéformabilité                                     | p.21 |
| 2.6.3. Remplissage correct                                 | p.22 |
| 2.7. Apposition des marques de vérification                | p.22 |
| III - Spécifications relatives à la construction.          | p.23 |
| 3.1. Plaque de touche                                      | p.23 |
| 3.2. Surfaces-repères                                      | p.23 |
| 3.3. Dispositif de repérage de la position de référence    | p.23 |
| 3.4. Orifices de sortie pour citerne                       | p.23 |
| 3.5. Orifice de sortie pour wagon                          | p.23 |
| IV - Dispositions diverses.                                | p.23 |

#### ANNEXES

1. Tableau récapitulatif des principales caractéristiques métrologiques du récipient-mesure
2. Dispositif de repérage de la position de référence et des positions d'utilisation.
3. Dispositif de repérage de la position de référence et des positions d'utilisation.
4. Volume massique de l'eau et exemples de coefficients de dilatation cubique.

#### BIBLIOGRAPHIE