



## Décision d'approbation de modèles n° 00.00.440.001.2 du 26 octobre 2000

### Compteurs massiques directs MICRO MOTION modèles CMF200 et CMF300

-----

La présente décision est prononcée en application du décret n° 88-682 du 6 mai 1988 modifié relatif au contrôle des instruments de mesure et de la circulaire n° 92.00.400.001.1 du 16 mars 1992 relative aux ensembles de mesurage de masse des liquides autres que l'eau.

#### FABRICANT :

MICRO MOTION, Inc., 7070 Winchester Circle, BOULDER CO, 80301 (Etats-Unis d'Amérique)

#### DEMANDEUR :

FISHER-ROSEMOUNT S.A., 2 place Gustave Eiffel, SILIC 247, 94568 RUNGIS CEDEX (France)

#### CARACTERISTIQUES :

Les compteurs massiques directs MICRO MOTION modèles CMF200 et CMF300 faisant l'objet de la présente décision sont destinés au mesurage de la masse et/ou de volume des hydrocarbures, des gaz de pétrole liquéfiés ou des liquides chimiques dont la masse volumique dans les conditions de mesure est comprise entre 500 kg/m<sup>3</sup> et 1400 kg/m<sup>3</sup> pour un mesurage en masse et, comprise entre 500 kg/m<sup>3</sup> et 1200 kg/m<sup>3</sup> pour un mesurage en volume.

Ils fonctionnent selon le principe de l'effet Coriolis. Ils peuvent être installés, selon les conditions décrites ci-après, dans des ensembles de mesurage industriels, fixes, interruptibles ou non-interruptibles et de classe d'exactitude 0,3, 0,5 ou 1,0.

Les compteurs massiques directs modèles CMF200 et CMF300 sont respectivement constitués :

- d'un transducteur massique direct MICRO MOTION modèle CMF200 et CMF300,
- d'un dispositif calculateur-indicateur électronique MICRO MOTION modèle RFT9739R (dit «version rack»), destiné à être installé à l'intérieur d'un local technique ou d'un dispositif calculateur électronique MICRO MOTION modèle RFT9739E (dit «version site»), destiné à être installé à l'extérieur des locaux.

Les compteurs massiques modèles CMF200 et CMF300 permettent l'acquisition et le traitement des informations issues des transducteurs en vue d'élaborer :

- la masse,
- et/ou le volume dans les conditions de mesurage.

Le dispositif calculeur-indicateur MICRO MOTION modèle RFT9739R est susceptible d'afficher la masse du liquide mesuré et le volume dans les conditions de mesurage du liquide. Il permet en outre l'indication des grandeurs suivantes qui ne sont pas contrôlées par l'Etat :

- le débit massique,
- le cas échéant, le débit volumique dans les conditions de mesurage,
- la température de paroi des tubes de mesure, mesurée par une sonde de température intégrée au transducteur,
- la masse volumique dans les conditions de mesurage.

Le dispositif RFT9739E assure, dans les mêmes conditions, l'acquisition de ces mêmes grandeurs. Leur affichage doit être assuré par un autre dispositif calculeur-indicateur selon les conditions décrites ci-après (voir le paragraphe « conditions particulières d'installation »). Compte tenu des modalités de transmission des données de mesurage, le dispositif calculeur-indicateur ne peut recevoir qu'une des grandeurs principales, c'est à dire soit la masse du liquide mesuré, soit le volume dans les conditions de mesurage. Outre cette grandeur, il peut, le cas échéant, indiquer d'autres grandeurs telles que le volume dans les conditions de base sous réserve d'avoir fait l'objet d'une approbation de modèle pour cette fonction.

Les caractéristiques métrologiques des compteurs massiques directs modèles CMF200 et CMF300 sont les suivantes :

		<b>CMF200</b>	<b>CMF300</b>
débit minimal (t/h)	classe 0,3	8	20
	classe 0,5 et 1,0	6	12
débit maximal (t/h)		80	200
échelon d'indication de la masse		0,01 kg ou 1 kg 0,001 t ou 0,1 t ou 1 t	0,1 kg ou 1 kg 0,001 t ou 0,1 t ou 1 t
échelon d'indication du volume		0,01 L ou 1 L 0,000 01 m <sup>3</sup> ou 0,001 m <sup>3</sup> ou 0,1 m <sup>3</sup> ou 1 m <sup>3</sup>	0,1 L ou 1 L 0,000 1 m <sup>3</sup> ou 0,001 m <sup>3</sup> ou 0,1 m <sup>3</sup> ou 1 m <sup>3</sup>
livraison minimale en masse	classe 0,3	500 échelons d'indication sans être inférieure à 500 kg	500 échelons d'indication sans être inférieure à 1 000 kg
	classe 0,5	200 échelons d'indication sans être inférieure à 200 kg	200 échelons d'indication sans être inférieure à 500 kg

		CMF200		CMF300	
livraison minimale en masse	classe 1,0	100 échelons d'indication sans être inférieure à 200 kg		100 échelons d'indication sans être inférieure à 500 kg	
livraison minimale en volume		masse volumique		masse volumique	
		< 670 kg/m <sup>3</sup>	≥ 670 kg/m <sup>3</sup>	< 670 kg/m <sup>3</sup>	≥ 670 kg/m <sup>3</sup>
	classe 0,3	500 échelons d'indication sans être inférieure à 500 L		500 échelons d'indication sans être inférieure à 2 000 L	500 échelons d'indication sans être inférieure à 1 000 L
	classe 0,5	200 échelons d'indication sans être inférieure à 500 L	200 échelons d'indication sans être inférieure à 200 L	200 échelons d'indication sans être inférieure à 1 000 L	200 échelons d'indication sans être inférieure à 500 L
	classe 1,0	100 échelons d'indication sans être inférieure à 500 L	100 échelons d'indication sans être inférieure à 200 L	100 échelons d'indication sans être inférieure à 1 000 L	100 échelons d'indication sans être inférieure à 500 L
Température du liquide mesuré	classe 0,3	$T_e \pm 15 \text{ °C}^{(1)(2)}$			
	classe 0,5	$T_e \pm 18 \text{ °C}^{(1)(2)}$			
	classe 1,0	$T_e \pm 35 \text{ °C}^{(1)(2)}$			
pression minimale du liquide (bar) pression maximale du liquide (bar)		$P_e \pm 10^{(1)(3)}$			

(1)  $T_e$  et  $P_e$  représentent respectivement la température en degrés Celsius et la pression en bar du liquide mesurées lors de la seconde phase de la vérification primitive.

(2) Cette étendue est définie dans la limite d'une plage maximale comprise entre  $-10 \text{ °C}$  et  $+50 \text{ °C}$ .

(3) Cette étendue est définie dans la limite d'une plage maximale comprise entre 0 et 100 bar.

#### **SCELLEMENTS :**

Le boîtier de raccordement fixé sur le corps des transducteurs de mesure modèles CMF200 et CMF 300 est protégé par un scellement constitué par un plomb pincé sur un fil perlé.

Le dispositif calculateur-indicateur modèle RFT9739R est protégé par un scellement constitué par un plomb pincé sur un fil perlé ainsi que par deux vignettes autocollantes destructibles par arrachement, placées en diagonale sur chacune des faces supérieure et inférieure du boîtier.

Le dispositif calculateur modèle RFT9739E est protégé par un scellement constitué par un plomb pincé sur un fil perlé au niveau de l'étrier de blocage.

Le boîtier associé au dispositif calculateur modèle RFT9739E comprenant le circuit de transmission des impulsions, est protégé par un dispositif de scellement constitué d'un plomb pincé sur un fil perlé.

Lorsque les compteurs massiques directs faisant l'objet de la présente décision sont installés dans un ensemble de mesurage interruptible, la liaison entre le dispositif RFT9739R ou RFT9739E et le dispositif recevant l'ordre d'arrêt de l'écoulement dans le cas de détection d'un défaut significatif doit être protégée par un scellement. Ce scellement devra être décrit dans la décision d'autorisation de mise en service ou d'approbation de modèle de l'ensemble de mesurage.

### **CONDITIONS PARTICULIERES D'INSTALLATION :**

Les ensembles de mesurage équipés du compteur MICRO MOTION modèle CMF200 ou modèle CMF300 doivent faire l'objet d'une décision d'autorisation de mise en service ou d'approbation de modèle.

1- Les ensembles de mesurage dans lesquels les compteurs massiques faisant l'objet de la présente décision sont installés, doivent présenter des caractéristiques telles que les conditions suivantes soient respectées.

- Le transducteur ne doit pas être installé en milieu vibrant ou à proximité d'éléments pouvant générer des vibrations pouvant avoir une influence sur l'exactitude de la mesure.
- Le transducteur doit être installé sur une tuyauterie verticale ou horizontale, le plan déterminé par les tubes de mesure devant être vertical dans les deux cas.
- Les tuyauteries recevant le transducteur ne doivent pas induire de contraintes de torsion ou de traction excessives sur le corps de l'appareil. En particulier, leur bon alignement est à vérifier visuellement lors de la mise en place du transducteur.
- Le transducteur est raccordé à la tuyauterie par ses seuls raccords (brides). Si le transducteur est supporté par des colliers de serrage, ceux-ci doivent être fixés sur la tuyauterie et non sur le corps du transducteur.
- L'installation doit permettre de garantir le remplissage complet en produit et l'absence de tout écoulement de produit dans le transducteur pendant l'exécution de la procédure d'ajustage du zéro, décrite dans la procédure annexée à la présente décision. Les organes permettant cette dernière disposition peuvent être du type clapet anti-retour et/ou vanne(s) de sectionnement. Il y a lieu de veiller à leur bon fonctionnement.
- Ils doivent être munis, à proximité immédiate du transducteur de mesure, d'un dispositif de mesure de température et d'un dispositif de mesure de pression permettant de déterminer, notamment lors de l'installation et de la vérification des instruments, la température et la pression du liquide mesuré. Le dispositif de mesure de température doit être indépendant de celui qui est intégré au transducteur de mesure.
- L'installation doit permettre la mise en place des moyens d'essais nécessaires à la réalisation des opérations de vérification des ensembles de mesurage, ainsi que la vérification des dispositifs de mesure de température et de pression précités. Le détenteur doit savoir se procurer l'ensemble de ces moyens préalablement à la mise en service de l'ensemble de mesurage.

2- Le dispositif calculateur RFT9739R ne peut-être installé que dans un ensemble de mesurage interruptible. Il y a alors lieu que la sortie 0-15 V du dispositif RFT9739R soit utilisée et connectée à un dispositif annexe approprié, de façon à recevoir l'ordre d'arrêt de l'écoulement du liquide en cas de détection d'un défaut significatif.

Ce dispositif annexe doit faire l'objet d'une description détaillée lors de la demande d'approbation de modèle ou d'autorisation de mise en service de l'ensemble de mesurage. Par ailleurs, sa liaison avec le dispositif RFT9739R doit être fiable, sûre et protégée par un scellement.

3- Le dispositif RFT9739E doit être associé à un dispositif (calculateur-)indicateur électronique d'un modèle approuvé permettant :

- l'indication des résultats de mesurage et, le cas échéant, le calcul et l'indication de grandeurs complémentaires (volume dans les conditions de base par exemple),
- en cas de détection d'un défaut significatif
  - \* l'interruption de l'écoulement du liquide si l'ensemble de mesurage est interruptible,
  - \* ou, l'apparition d'une alarme visible ou audible à l'usage de l'opérateur si l'ensemble de mesurage est non-interruptible.

Il y a lieu, lors de cette association, de s'assurer notamment :

- que le dispositif (calculateur-)indicateur électronique considéré est effectivement approuvé pour les fonctions envisagées par l'application. En particulier, il est nécessaire de s'assurer qu'il est effectivement approuvé pour l'indication des grandeurs mesurées et de sa compatibilité avec le dispositif RFT9739E, notamment sur les aspects de « poids d'impulsions », de fréquence d'entrée et d'échelon d'indication.
- que la liaison entre le dispositif RFT9739E et le dispositif (calculateur-)indicateur électronique envisagé présente des garanties d'intégrité physique suffisante. Si un doute subsiste à ce niveau, il doit être exigé de mettre en place un scellement de cette liaison.

4- Lorsque le dispositif RFT 9739E est installé dans un ensemble de mesurage non-interruptible, ce dernier doit impérativement être équipé d'une alimentation de secours.

5- Si les ensembles de mesurage dans lesquels les compteurs massiques faisant l'objet de la présente décision sont installés, sont construits et installés de telle sorte qu'il puisse se produire en amont du compteur une entrée d'air, ou un dégagement de gaz dans le liquide en fonctionnement normal, ils doivent être munis d'un dispositif de dégazage permettant l'élimination correcte de l'air et des gaz non dissous éventuellement contenus dans le liquide avant son passage dans le compteur.

6- Si les ensembles de mesurage nécessitent une alimentation de secours propre au dispositif RFT9739R ou au dispositif RFT9739E, cette alimentation de secours peut-être fournie par un onduleur LIEBERT modèle PSP 300, modèle GXT 10 RT-230 ou par tout autre dispositif dont le modèle aura été jugé équivalent.

#### **CONDITIONS PARTICULIERES D'UTILISATION :**

L'alimentation électrique des instruments concernés par la présente décision ne doit pas être coupée. En particulier, les transducteurs modèles CMF200 et CMF300 doivent toujours être maintenus sous excitation, même durant les périodes d'arrêt de l'installation.

S'il n'en est pas ainsi, il est alors nécessaire de réaliser une procédure de vérification du réglage du zéro telle que décrite dans la notice descriptive annexée à la présente décision.

Ces dispositions doivent être rappelées dans le manuel d'utilisation des instruments.

### **INSCRIPTIONS REGLEMENTAIRES :**

L'identification des instruments est réalisée au moyen de deux plaques. L'une est apposée sur le transducteur de mesure, l'autre sur le boîtier du dispositif calculateur(-indicateur, le cas échéant).

Les plaques d'identification des instruments concernés par la présente décision doivent porter le numéro et la date figurant dans le titre de celle-ci.

Les modèles de ces plaques, précisant les indications devant y figurer, sont définis en annexe à la présente décision.

Ces indications peuvent être considérées comme celles de l'ensemble de mesurage excepté si la décision d'approbation de modèle ou d'autorisation de mise en service de l'ensemble de mesurage, en dispose autrement.

### **DISPOSITIONS PARTICULIERES :**

Les moyens étalons devront permettre la vérification primitive et les vérifications périodiques en masse et/ou, le cas échéant, en volume.

Les méthodes utilisées font l'objet des procédures suivantes qui sont validées et visées par le LNE et disponibles auprès du demandeur :

- procédure référencée FL-NI-352, pour l'examen préalable des compteurs MICRO MOTION modèles CMF200 et CMF300, la vérification primitive sur site et la vérification périodique des ensembles de mesurage constitué d'un compteur massique direct MICRO MOTION modèle CMF200 ou modèle CMF300,
- procédures référencées respectivement FL-NI-351 pour les essais d'exactitude par une méthode de vérification indirecte (volume et masse volumique) et FL-NI-353 pour les essais d'exactitude par une méthode de vérification directe (pesée), pour la vérification primitive, la vérification périodique et la vérification après réparation ou modification des ensembles de mesurage.

L'incertitude relative élargie d'étalonnage lors de ces vérifications doit être inférieure à :

- \* 0,10 % pour un ensemble de mesurage utilisé en classe d'exactitude 0,3,
- \* 0,17 % pour un ensemble de mesurage utilisé en classe d'exactitude 0,5,
- \* 0,33 % pour un ensemble de mesurage utilisé en classe d'exactitude 1,0.

Si ces valeurs ne peuvent être respectées compte tenu des moyens d'essais mis en œuvre pour la vérification, les erreurs maximales tolérées applicables pour la vérification de l'ensemble de mesurage doivent être réduites, en valeur absolue, d'une valeur égale à l'incertitude élargie déterminée.

Les erreurs maximales tolérées sur les indications de température et de pression de l'ensemble de mesurage, quelle que soit la classe d'exactitude considérée du compteur massique, sont respectivement :

- \*  $\pm 1$  °C
- \*  $\pm 1$  bar.

### **CONDITIONS PARTICULIERES DE VERIFICATION :**

Les essais d'exactitude consiste à vérifier que chacun des résultats individuels de mesurage respecte les exigences relatives aux erreurs maximales tolérées.

A cet effet, le rapport d'essais doit préciser l'ensemble des résultats individuels.

#### **Vérification primitive**

La vérification primitive des ensembles de mesurage équipés du compteur MICRO MOTION modèle CMF200 ou modèle CMF300 est réalisée en deux phases.

La première phase concerne l'examen préalable du compteur massique.

Cet examen préalable est réalisé en atelier. Il consiste à :

- a) s'assurer que la version du logiciel utilisé par le dispositif RFT9739R ou par le dispositif RFT9739E est «3.6»,
- b) s'assurer que la configuration des compteurs est conforme à celle décrite dans la dernière révision de la procédure FL-NI-350 présente dans le dossier d'approbation de modèle et validée par le LNE,
- c) vérifier, pour le dispositif calculateur-indicateur modèle RFT9739R, le bon fonctionnement du dispositif de contrôle de l'indicateur en utilisant, le cas échéant, le moyen d'essai mis à disposition par le demandeur si le dispositif n'est pas équipé d'un moyen intégré,
- d) réaliser un essai d'exactitude en masse avec de l'eau dans la plage de débit des compteurs.

Pour l'essai d'exactitude, six débits répartis dans la plage définie par la présente décision sont réalisés. Chaque point de débit est répété trois fois. Un rapport d'essais doit être établi et tenu à disposition lors de la seconde phase de vérification primitive.

2) La seconde phase de la vérification primitive est réalisée sur site. Elle consiste notamment à effectuer les opérations définies ci-après.

- a) S'assurer que la configuration des compteurs est conforme à celle qui est décrite dans la procédure FL-NI-350 précitée.
- b) S'assurer que le numéro de série et le nom du modèle du transducteur sont ceux indiqués sur le dispositif RFT9739R ou le dispositif 9739E associé.
- c) Réaliser un essai d'exactitude du capteur de température et du capteur de pression décrits dans le paragraphe «conditions particulières d'installation » de la présente décision afin de vérifier que leurs conditions d'exactitude sont conformes aux exigences définies dans le paragraphe « dispositions particulières » de la présente décision.
- d) Réaliser la procédure d'ajustage du zéro du compteur massique telle que décrite dans la notice descriptive annexée à la présente décision.
- e) Réaliser un essai d'exactitude en masse et/ou en volume, selon les grandeurs principales indiquées par l'ensemble de mesurage, dans toute la plage de débit prévue pour celui-ci et vérifier, compte tenu de ce résultat et de ceux obtenus lors de la première phase que l'ensemble de mesurage respecte les erreurs maximales tolérées à tous les débits. Ces essais doivent être réalisés en au moins trois points répartis sur l'étendue de mesure de l'ensemble de mesurage. Chaque point doit être répété trois fois.

- f) Réaliser la procédure de vérification du zéro du compteur massique selon la procédure décrite dans la notice descriptive annexée à la présente décision.
- g) Réaliser un essai de coupure d'alimentation du dispositif RFT9739R ou du dispositif RFT9739E durant une opération.

En présence d'un dispositif RFT9739R, cet essai doit se traduire :

- soit par l'arrêt définitif de l'écoulement du liquide, et la sauvegarde et l'affichage suffisamment longtemps des informations présentes au moment de la coupure afin de pouvoir conclure la transaction en cours,
- soit par la poursuite des fonctions de mesurage, en présence d'une alimentation de secours.

En présence d'un dispositif RFT9739E, cet essai doit se traduire :

- soit par l'arrêt définitif de l'écoulement du liquide, et la sauvegarde et l'affichage suffisamment longtemps, sur le dispositif indicateur associé exigé précédemment, des informations présentes au moment de la coupure afin de pouvoir conclure la transaction en cours,
- soit par la poursuite des fonctions de mesurage, en présence d'une alimentation de secours est présente.

- h) Vérifier le bon fonctionnement du contrôle du transducteur associé. A cet effet, il y a lieu de déconnecter l'un des fils par lesquels transite l'information issue du transducteur (en dehors des fils de la bobine d'excitation).

En présence d'un dispositif RFT9739R, cet essai doit se traduire par l'arrêt définitif de l'écoulement du liquide.

En présence d'un dispositif RFT9739E, cet essai doit se traduire par l'apparition sur le dispositif indicateur associé exigé précédemment d'une alarme visible ou audible à l'usage de l'opérateur. Dans le cas d'un ensemble de mesurage interruptible, l'écoulement du liquide doit être interrompu.

- i) Eventuellement, vérifier le bon fonctionnement du dispositif de contrôle de l'indicateur RFT9739R, en utilisant le moyen d'essai mis à disposition par le demandeur, si le dispositif n'est pas équipé d'un moyen intégré. La mise à disposition de ce dispositif peut être exigée, mais cette vérification n'a pas à être effectuée systématiquement.

Il y a par ailleurs lieu, lors de cette phase, de mesurer à l'aide des dispositifs de mesure de température et de pression mentionnés au point 1) du paragraphe «conditions particulières d'installation», la température  $T_e$  et la pression  $P_e$  du liquide. Ces valeurs doivent alors être indiquées sur la plaque d'identification du transducteur de mesure.

### **Vérification périodique**

La vérification périodique doit être réalisée tous les six mois.

Elle consiste à réaliser, dans l'ordre indiqué, les essais a), b), c), f), e), g) et éventuellement h) et i) définis ci-dessus pour la seconde phase de la vérification primitive.



Par ailleurs, il est nécessaire de vérifier que les valeurs de la température et de la pression du liquide mesurée à l'aide des dispositifs de mesure de température et de pression mentionnés au point 1) du paragraphe «conditions particulières d'installation» sont compatibles avec celles indiquées sur la plaque d'identification des instruments concernés par la présente décision.

**DEPOT DE MODELES :**

La documentation relative à ce dossier est déposée, pour la sous-direction de la métrologie, au LNE sous la référence DDC/72/A080185-D1 et chez le demandeur.

**VALIDITE :**

La présente décision a une validité de deux ans à compter de la date figurant dans son titre.

**CONDITIONS DE RENOUELEMENT :**

Le renouvellement de la présente décision est conditionné à la présentation à la sous-direction de la métrologie des rapports d'essais réalisés durant les vérifications primitives et périodiques. A cet effet, chaque installation ayant fait l'objet d'une mise en service doit être indiquée à la sous-direction de la métrologie.

**ANNEXES :**

- Plans et schémas,
- Notice descriptive.

Pour le secrétaire d'Etat et par délégation,  
par empêchement du directeur de l'action régionale,  
et de la petite et moyenne industrie,  
l'ingénieur en chef des mines

J.F. MAGANA

## Annexe à la décision d'approbation n° 00.00.440.001.2

---

### Compteurs massiques directs à effet Coriolis MICRO MOTION modèles CMF200 et CMF300

---

#### Notice descriptive

### I. DESCRIPTION DES INSTRUMENTS

Les compteurs massiques directs Micro Motion modèles CMF200 et CMF300 sont destinés à équiper des ensembles de mesurage de masse et/ou de volume de liquides autres que l'eau.

Ils se présentent sous la forme d'un transducteur massique direct, installé sur la ligne de mesurage, et d'un dispositif calculateur-indicateur électronique installé dans un local technique dénommé « version rack », relié au transducteur par un câble multi-conducteur.

Il existe une autre version dite « version site » du dispositif calculateur électronique. Cette version est utilisée essentiellement pour des installations en extérieur.

Le modèle CMF200 diffère du modèle CMF300 en particulier par ses caractéristiques dimensionnelles et notamment par son diamètre nominal. Ce dernier est égal à 50 mm pour le modèle CMF200 et à 80 mm pour le modèle CMF 300.

### II. FONCTIONNEMENT

#### 2.1. Mesurage de la masse (schéma de principe de fonctionnement)

Le transducteur massique direct est constitué de deux tubes en U, de section et de géométrie identiques, montés en parallèle et dans lesquels circule la totalité du liquide à mesurer. (figure 1)

Les tubes sont maintenus en vibration par un système d'excitation électromagnétique (ensemble bobine-aimant) alimenté par le dispositif calculateur (-indicateur, le cas échéant) électronique, et positionné au milieu de la courbe du U.

Lorsque le liquide transite dans le transducteur, la masse  $m$  de liquide en circulation, animée d'une vitesse  $\vec{v}$  dans le référentiel en rotation constitué par le plan du tube, subit une accélération de Coriolis proportionnelle au produit vectoriel de la vitesse  $\vec{v}$  et du vecteur rotation  $\vec{\omega}$  :

$$\vec{F}_c = 2 m \vec{\omega} \wedge \vec{v}$$

Les orientations de  $\vec{v}$  étant opposées dans les branches entrantes et sortantes, les accélérations de Coriolis sont également d'orientations opposées et produisent un couple de torsion sur chacun des tubes, qui entraîne une déformation dont l'amplitude est directement proportionnelle au débit massique. (figure 2). Les orientations du vecteur rotation étant opposées pour les deux tubes, les déformations sont symétriques par rapport au plan médian des deux tubes.

Les branches entrantes et sortantes des tubes sont équipées de détecteurs électromagnétiques dont la bobine est fixée sur un des tubes et l'aimant sur l'autre tube.

Le mouvement oscillant des tubes (figure 3) induit une tension sinusoïdale dans les bobines, représentative du mouvement relatif des tubes. Le déphasage entre les signaux des branches entrantes et sortantes est lui-même représentatif de la somme des déformations de torsion, et donc proportionnel au débit massique instantané.

Le dispositif calculateur (-indicateur, le cas échéant) électronique assure l'acquisition du déphasage des signaux des détecteurs, le calcul du débit massique instantané et de la masse. Il exploite à cet effet l'information de température fournie par une sonde de type Pt100, placée sur la paroi d'un des deux tubes, pour apporter les corrections requises par la variation de rigidité du matériau des tubes avec la température.

Le déphasage entre les signaux des branches entrantes et sortantes est converti en valeur de débit massique par l'intermédiaire du coefficient d'étalonnage, dénommé « coefficient de débit » et mémorisé dans le dispositif calculateur associé au transducteur. L'intégration du débit dans le temps permet d'obtenir la valeur de la masse de liquide ayant transité par le compteur.

## **2.2. Mesurage du volume du liquide aux conditions de mesurage**

La fréquence de vibration des tubes du transducteur massique direct est ajustée en permanence sur la fréquence de résonance du système dépendant de la masse des tubes soumise au mouvement d'oscillation d'une part et de la masse de liquide contenue dans cette partie des tubes d'autre part. Toute variation de la masse volumique du liquide mesuré entraîne une variation correspondante de la fréquence de résonance.

Le dispositif calculateur (-indicateur) électronique assure la mesure de cette fréquence de résonance et le calcul de la masse volumique aux conditions de mesurage. Il calcule le débit volumique du liquide aux conditions de mesurage, qui est à tout instant le quotient du débit massique par la masse volumique aux conditions de mesurage. Le volume aux conditions de mesurage est calculé à partir du débit volumique.

## **2.3. Visualisation, gestion et transmission des grandeurs calculées**

Le dispositif calculateur-indicateur électronique RFT9739R permet de visualiser les valeurs du mesurage et des différents paramètres caractéristiques du mesurage sur un afficheur à cristaux liquides.

La gestion des mesurages est identique pour les deux versions du dispositif électronique, c'est à dire les modèles RFT9739R et RFT9739E. Les grandeurs caractérisant le mesurage (masse, volume dans les conditions de mesurage) sont totalisées dans des registres internes (totalisateurs généraux et partiels).

La transmission de la grandeur caractérisant le mesurage (masse ou volume dans les conditions de mesurage) à un dispositif calculateur-indicateur d'un modèle approuvé, est assurée par une sortie constituée de deux trains d'impulsions identiques et déphasés de 90 °.

Dans le cas du calculateur modèle RFT9739E, le circuit qui assure cette fonction se situe dans un boîtier externe complémentaire, mécaniquement solidaire du calculateur.

Les dispositifs électroniques modèles RFT9739R et RFT9739E disposent de deux sorties analogiques de type 4-20 mA qui peuvent être utilisées pour la transmission des grandeurs telles que le débit massique, le débit volumique, la température mesurée par la sonde de type Pt100 intégrée au transducteur de mesure, la masse volumique.

Deux sorties de type numérique (Bell 202 et RS 485) sont également disponibles. Elles sont utilisées pour les communications selon les protocoles de dialogue HART ou MODBUS dans le cadre notamment des procédures de configuration, d'ajustage et de vérification du compteur.

## 2.4. Seuil de coupure

Compte tenu du principe de fonctionnement, un seuil de débit est programmé dans le dispositif RFT9739R ou dans le dispositif RFT9739E. En deçà de ce seuil, le débit est considéré comme étant nul.

Ce seuil est fixé à 200 kg/h pour le compteur modèle CMF200 et à 500 kg/h pour le compteur modèle CMF300.

## 2.5. Zéro

A un débit physique nul, le signal résiduel de débit, caractéristique du « bruit de fond », dû au caractère dynamique des tubes de mesure doit respecter les exigences de stabilité du zéro définies ci-après. Le signal résiduel de débit est dénommé « débit sous seuil de coupure ».

### III. PROCEDURE D'AJUSTAGE DU ZERO

Afin de compenser le déphasage résiduel moyen entre les détecteurs pouvant exister, le cas échéant, à débit nul, il est nécessaire de réaliser la procédure d'autoréglage du zéro décrite ci-dessous.

- a) Mettre sous tension le compteur massique cinq heures au moins avant la procédure d'ajustage du zéro,
- b) Maintenir le transducteur rempli du liquide habituellement mesuré et prendre toutes dispositions pour qu'aucun écoulement ne se produise à l'intérieur du transducteur pendant la procédure d'ajustage,
- c) Utiliser le logiciel «ProLink» (version 2.51F) ou l'interface de communication HART modèle HC275 pour lancer la procédure d'ajustage, en ayant au préalable libéré l'accès à la configuration conformément à la procédure FL-NI-350 :
  - établir un écoulement du liquide mesuré, jusqu'à ce qu'il puisse être considéré que sa température est représentative de celle d'un mesurage,
  - arrêter l'écoulement de liquide en utilisant les moyens de l'ensemble de mesurage prévus à cet effet,
  - relever la valeur de la température indiquée par le capteur de température de l'ensemble de mesurage comprenant le compteur massique (dite « avant ajustage »),
  - régler la durée de l'ajustage sur 32 768 cycles (soit environ 7 min),
  - lancer la procédure. La valeur moyenne du zéro «mécanique» en microsecondes, déterminée par la procédure et lisible sur ProLink comme sur l'interface HC275, doit être relevée dans le rapport d'essais. Il en est de même pour la valeur de l'écart-type indiquée par ProLink,
  - relever la valeur de la température indiquée par le capteur de température de l'ensemble de mesurage comprenant le compteur massique (dite « après ajustage »),
  - noter la moyenne des températures initiale (avant l'ajustage) et finale (après l'ajustage) dans le rapport d'essais. Cette valeur moyenne constitue la valeur de la température d'étalonnage  $T_e$  devant être mentionnée sur la plaque d'identification du transducteur de mesure.
- d) Verrouiller à nouveau l'accès à la configuration.

### IV. PROCEDURE DE VERIFICATION DU ZERO

- a) Mettre le transducteur dans les conditions d'ajustage du zéro.
- b) Procéder à l'enregistrement d'un fichier de mesure sous ProLink (version 2.51F), par l'intermédiaire du protocole de communication MODBUS, comprenant les données suivantes :
  - en-tête (date/heure)
  - débit sous seuil de coupure (donnée codée 187)
  - masse volumique (donnée codée 4)
  - température (donnée codée 2)
  - débit massique (donnée codée 1)
  - débit volumique (donnée codée 6)
  - zéro (donnée codée 121).

La durée d'acquisition de ces données doit être d'au moins cinq minutes. Chaque série de ces données doit faire l'objet d'enregistrements à des intervalles de une seconde.

c) Pour valider le réglage du zéro :

Ouvrir le fichier de mesures sous un tableur et :

- calculer la valeur moyenne du paramètre «débit sous seuil de coupure»,
  - calculer la valeur moyenne du paramètre «température»,
- sur la durée de l'enregistrement.

La valeur moyenne du «débit sous seuil de coupure» doit être impérativement comprise entre les valeurs définies dans le tableau ci-dessous :

Classe d'exactitude	CMF200	CMF300
0,3	- 8 kg/h et + 8 kg/h	- 12 kg/h et + 12 kg/h
0,5	- 10 kg/h et + 10 kg/h	- 15 kg/h et + 15 kg/h
1,0	- 20 kg/h et + 20 kg/h	- 30 kg/h et + 30 kg/h

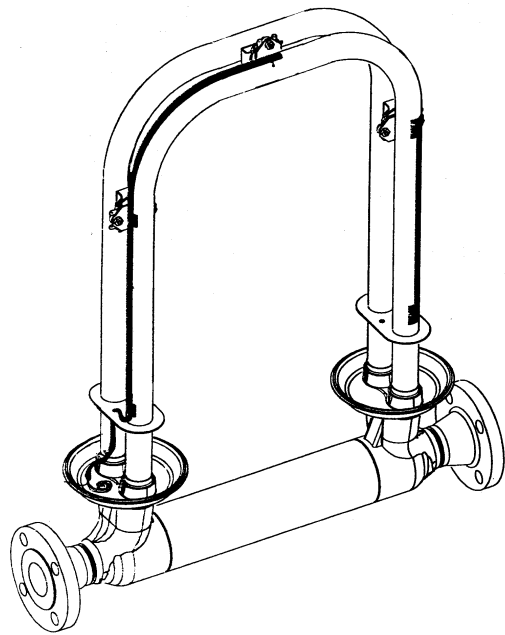
Si ces limites ne sont pas respectées, vérifier que les conditions de l'acquisition sont conformes (débit nul effectif, température stable, etc....) puis effectuer une nouvelle procédure d'ajustage du zéro suivant la méthode décrite en c) du paragraphe précédent, suivie d'une nouvelle acquisition du fichier suivant b) et d'une validation suivant c) ci-dessus.

Si après deux tentatives d'ajustage, le réglage du zéro ne peut pas être validé, l'ensemble de mesurage est déclaré non conforme.

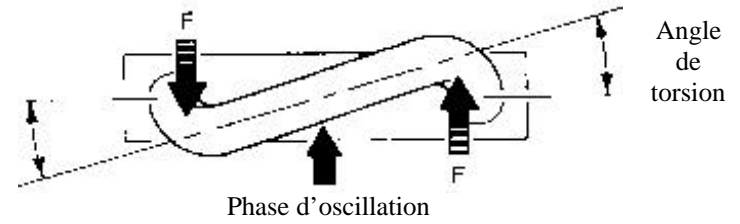
Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2

Compteurs massiques directs à effet Coriolis Micro Motion  
modèles CMF200 et CMF300

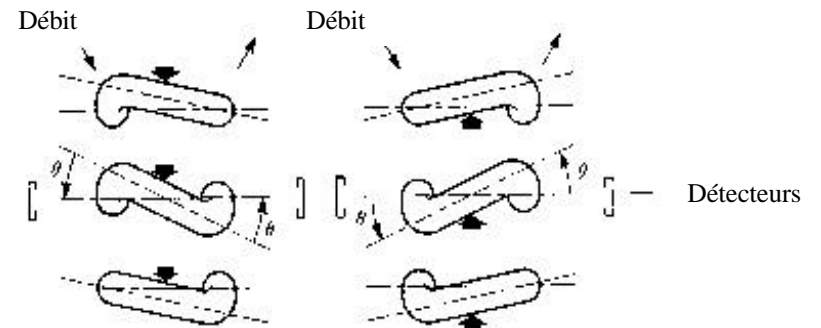
Schémas d'illustration du principe de fonctionnement



**Fig. 1**  
Vue interne du  
transducteur massique direct



**Fig.2**  
Déformation de torsion produite  
par les accélérations de Coriolis



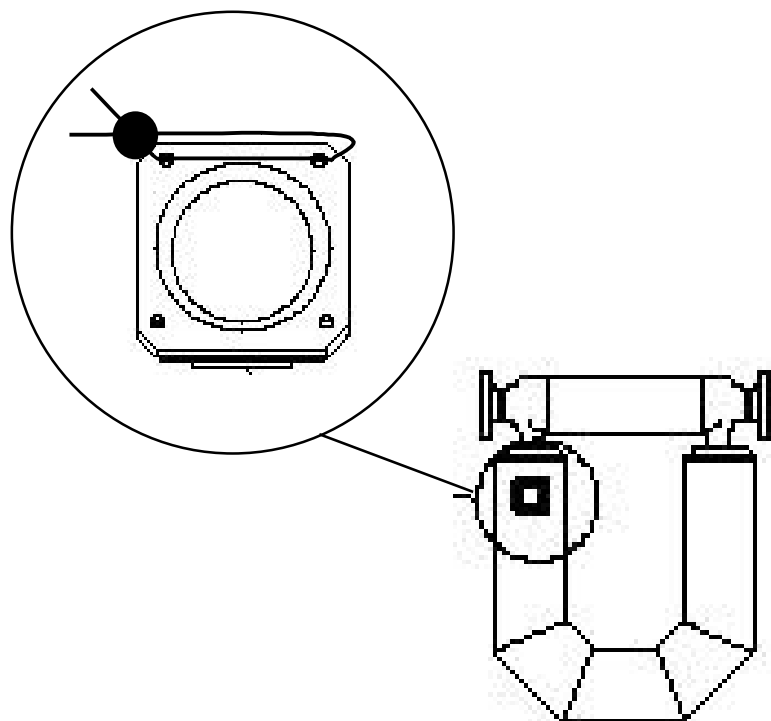
**Fig. 3** Déformations d'un tube sur un cycle complet d'oscillation

Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2

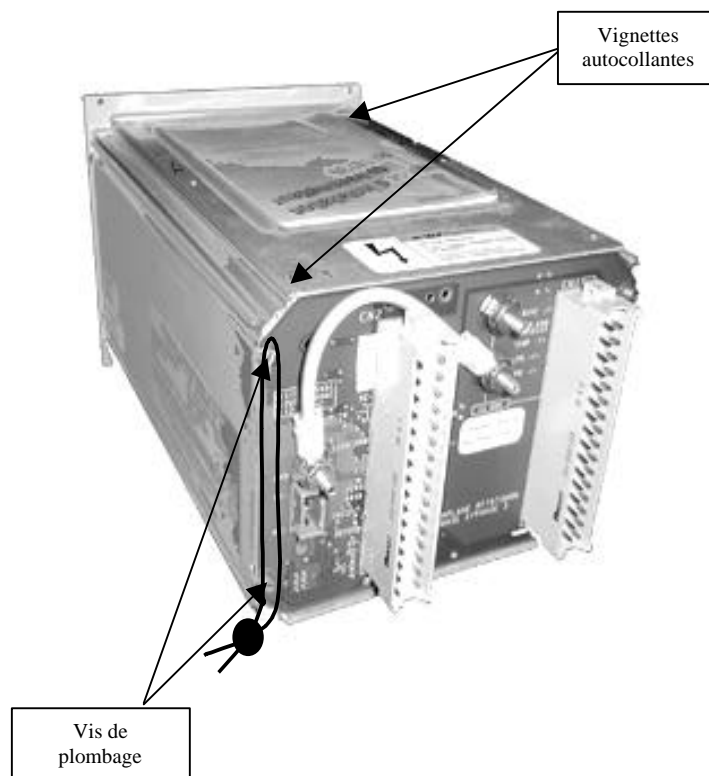
Compteurs massiques directs à effet Coriolis Micro Motion  
modèles CMF200 et CMF300

Scellements du transducteur et du calculateur-indicateur

Scellement du transducteur



Scellement du calculateur-indicateur RFT9739R



Vignettes  
autocollantes

Vis de  
plombage

Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2

Compteurs massiques directs à effet Coriolis Micro Motion  
modèles CMF200 et CMF300

Plaque d'identification du transducteur de mesure

Compteur massique direct	
Approbation n° <input type="text"/>	CLASSE D'ENVIRONNEMENT : C
FABRICANT : <b>Micro Motion Inc.</b>	CLASSE D'EXACTITUDE : <input type="text"/>
TRANSDUCTEUR MODELE <input type="text" value="CMFXXX"/>	$Q_{\min} = \text{ t/h}$ $Q_{\max} = \text{ t/h}$
N° Série <input type="text"/>	$M_{\min} = \text{ kg}$ $P_{\max} = \text{ bar}$
Année <input type="text"/>	TEMPERATURE DU LIQUIDE: $T_e \pm \text{ } ^\circ\text{C}$ limitée à: - 10 °C à + 50 °C
LIQUIDES MESURES <input type="text"/>	PRESSION DU LIQUIDE: $P_e \pm \text{ } bar$
MARQUE DE VERIFICATION <input type="text"/>	$P_e = \text{ } bar$ $T_e = \text{ } ^\circ\text{C}$
	<b>FISHER-ROSEMOUNT S.A.</b> Tél: 01 49 79 73 00 Fax: 01 49 79 73 99



Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2

Compteurs massiques directs à effet Coriolis Micro Motion  
modèles CMF200 et CMF300

Plaques d'identification des dispositifs calculateur et calculateur-indicateur

Dispositif calculateur RFT9739E

Dispositif calculateur-indicateur  
RFT9739R

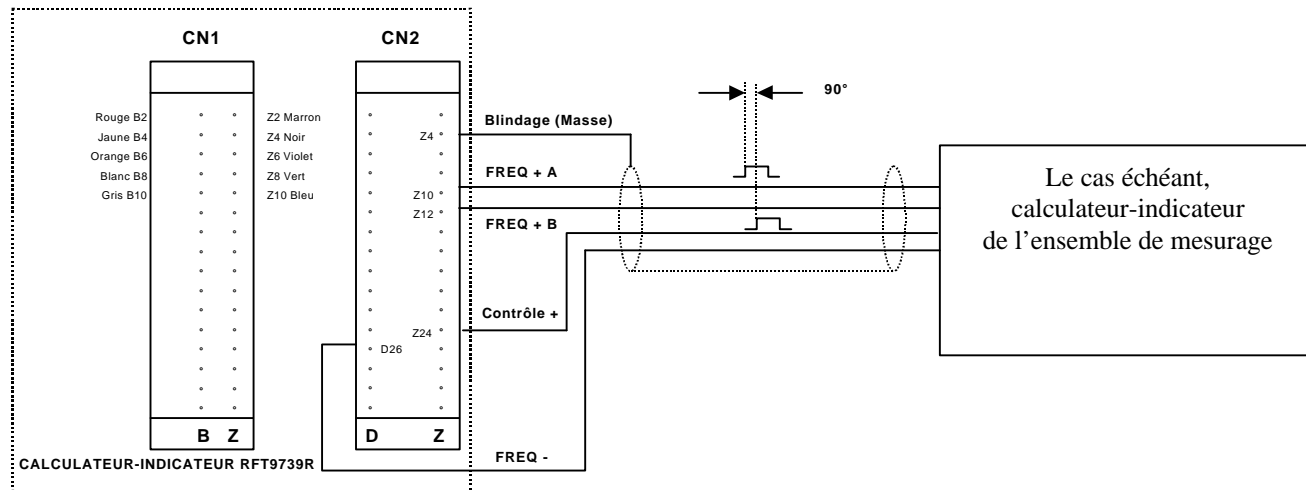
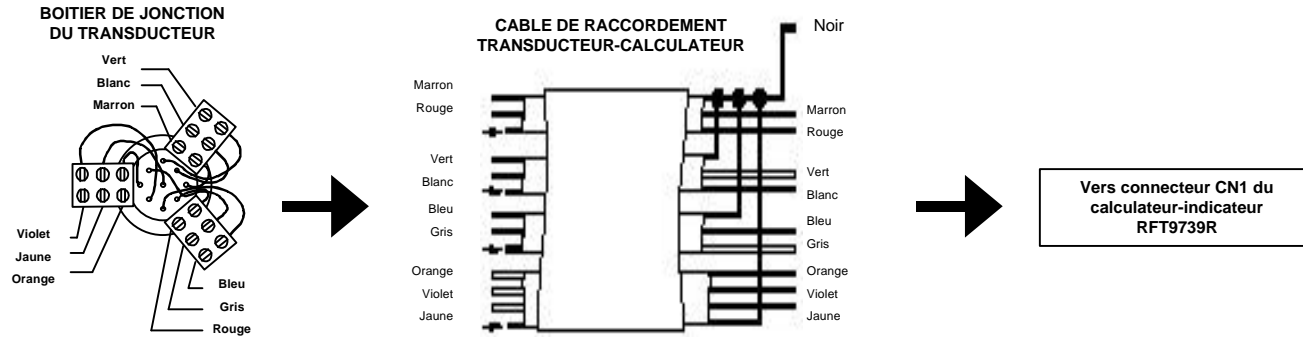
<b>Compteur massique direct</b>	
APPROBATION	<input type="text"/>
FABRICANT :	<b>Micro Motion Inc.</b>
CALCULATEUR MODELE RFT9739E n°	<input type="text"/>
TRANSDUCTEUR ASSOCIE	<input type="text" value="CMFXXX n°"/>

<b>Compteur massique direct</b>	
Approbation n°	
Fabricant : <b>Micro Motion Inc.</b>	
Calculateur-Indicateur modèle	
RFT9739R n°	<input type="text"/>
Transducteur associé:	
<input type="text" value="CMFXXX n°"/>	

Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2

Compteurs massiques directs à effet Coriolis Micro Motion  
modèles CMF200 et CMF300

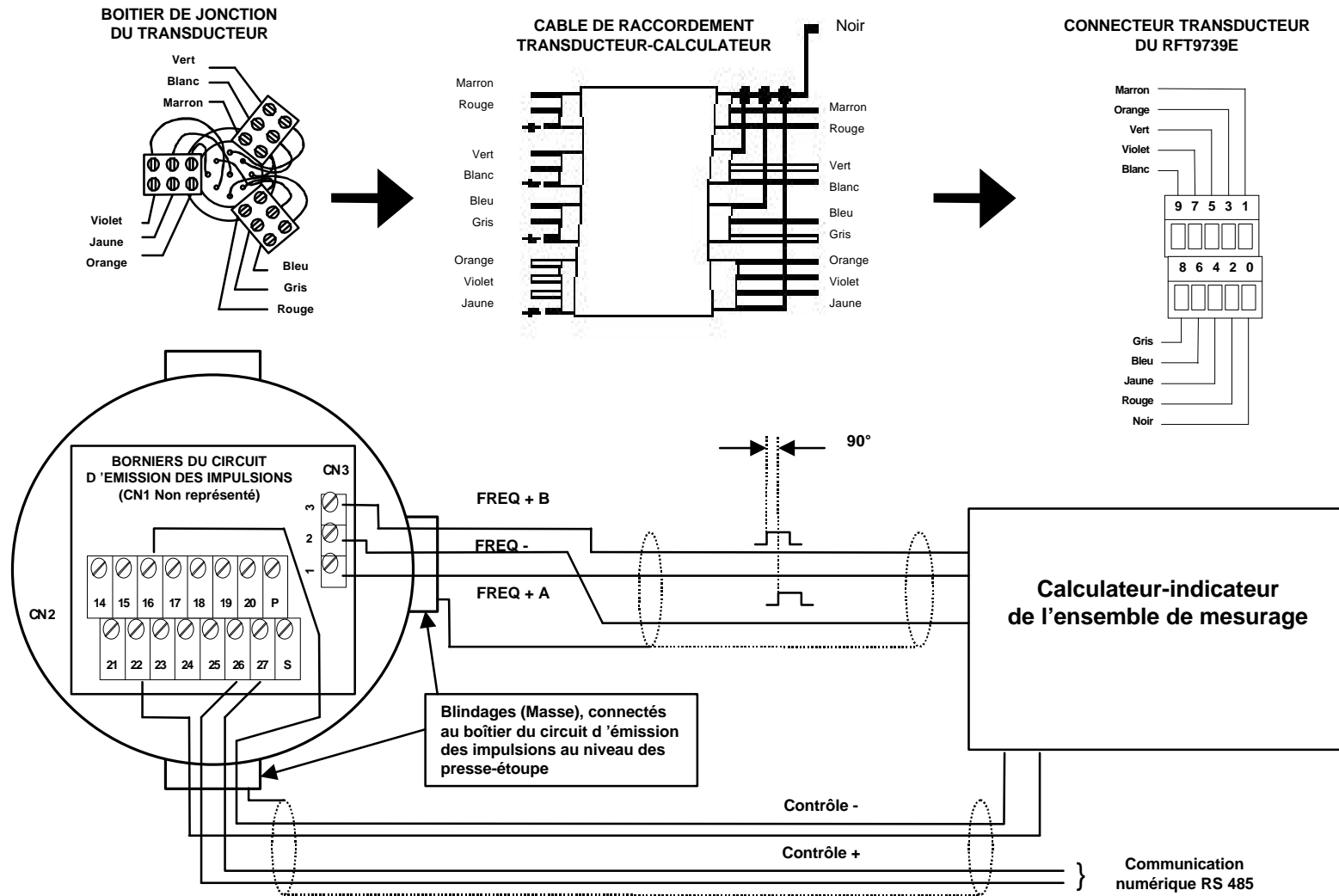
Schéma de câblage avec calculateur-indicateur RFT9739R



Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2

Compteurs massiques directs à effet Coriolis Micro Motion  
modèles CMF200 et CMF300

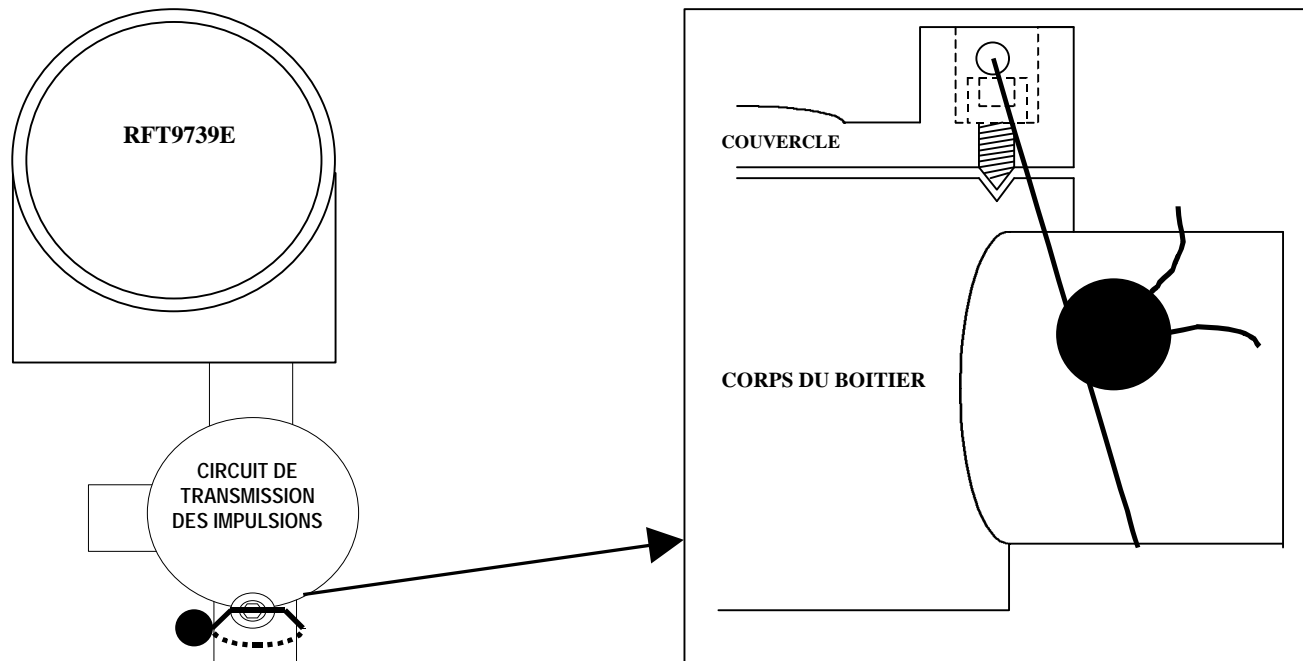
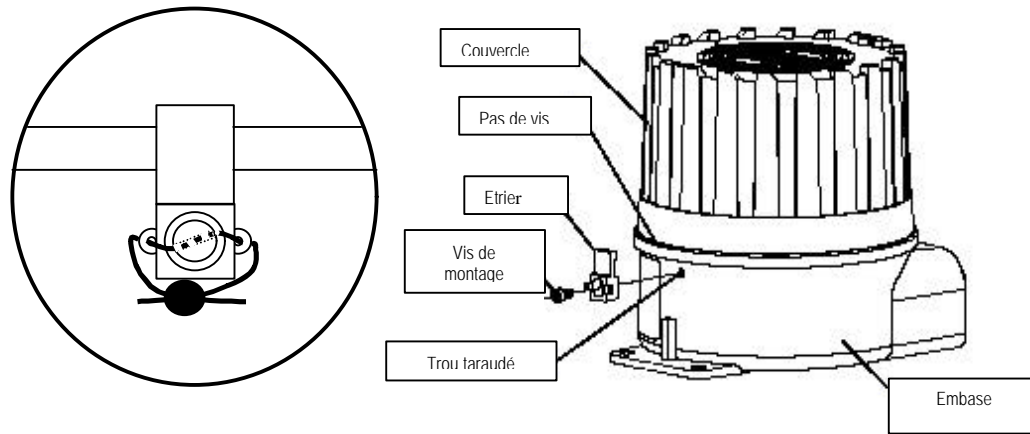
Schéma de câblage avec calculateur RFT9739E



Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2

Compteurs massiques directs à effet Coriolis Micro Motion  
modèles CMF200 et CMF300

Scellements du compteur modèle RFT9739E



**Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2**  
**Transducteur de mesure**



**Annexe à la décision n° 00.00.440.001.2**  
**Dispositif caculateur-indicateur électronique**

