

## Chapitre 5. Equipements de mesure

### 1. Généralités

Il faut distinguer les mesures des débits dans les écoulements à surface libre et celles des débits dans les conduites en charge.

Pour les premières, on se reportera à l'article Débit des liquides à l'air libre dans le traité Mesures et Contrôle. Dans la pratique courante, ce sont des déversoirs ou des dispositifs à étranglement (Venturi canal), où le niveau amont détermine la valeur du débit.

Mesures et Contrôle, et les compteurs proprement dits qui, pratiquement, couvrent la grande masse des appareils de débits, enregistreurs ou non, utilisés par les distributeurs d'eau.

### 2. Compteurs

#### 2.1. Différents types

La figure 1 donne les différents types de compteurs et les calibres usuellement couverts, variables selon les constructeurs, en fonction du média de comptage. Une autre typologie correspond au totalisateur. Si les totalisateurs à aiguilles ne sont plus proposés par les grands fabricants, on trouve un choix de totalisateurs secs ou noyés (figure 2).

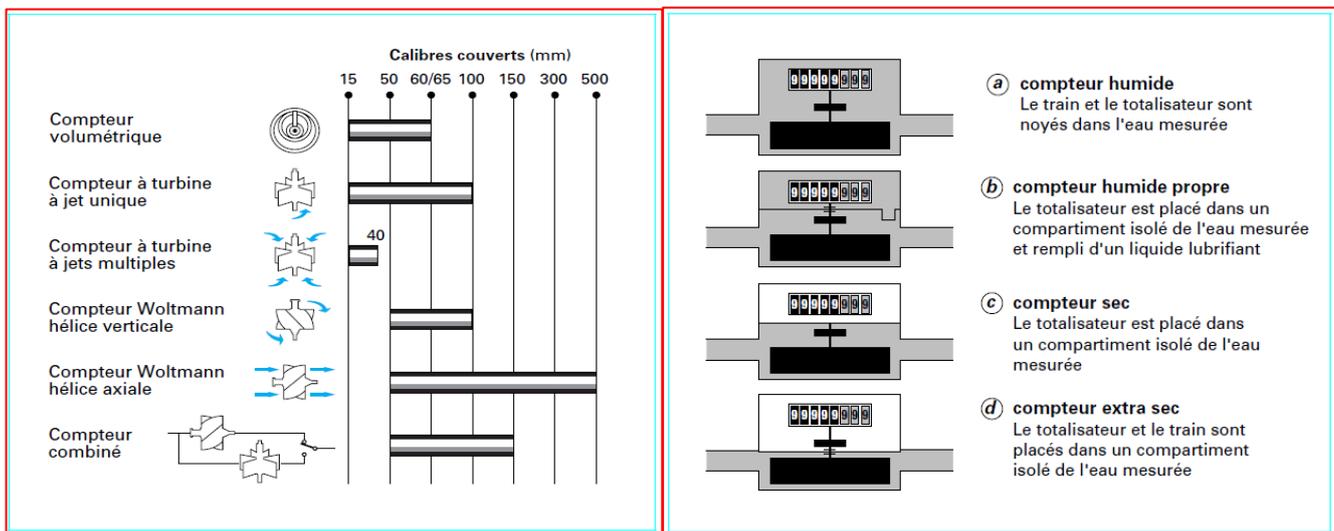


Figure 1 – Différentes technologies de compteurs Figure 2 – Différents types de totalisateurs

### 2.2. Classement des compteurs

Un compteur est caractérisé par sa courbe de réponse aux débits transitant, comparée aux valeurs mesurées par un dispositif étalon. On définit ainsi **un canal de tolérance et des erreurs** maximales tolérées en fonction des débits nominaux, de transition, minimaux, et maximaux. Pour un compteur neuf, l'erreur maximale admise entre  $Q_{min}$  et  $Q_t$  est de  $\pm 5\%$  ; elle est de  $\pm 2\%$  entre  $Q_t$  et  $Q_{max}$ . On tolère que ces valeurs soient doublées pour un compteur en service. Le tableau 1 résume le classement. Pour toutes les classes uniformément, le débit maximal est fixé au double du débit nominal :  $Q_{max} = 2 Q_n$ . À de rares exceptions près, les services d'eau occidentaux font appel à des compteurs de classe C.

**Tableau 1 : Classement des compteurs selon la CE**

Classe		$Q_n < 15 \text{ m}^3/\text{h}$	$Q_n > 15 \text{ m}^3/\text{h}$
A	$Q_{min}$	$0,04 Q_n$	$0,08 Q_n$
	$Q_t$	$0,10 Q_n$	$0,30 Q_n$
B	$Q_{min}$	$0,02 Q_n$	$0,03 Q_n$
	$Q_t$	$0,08 Q_n$	$0,20 Q_n$
C	$Q_{min}$	$0,01 Q_n$	$0,006 Q_n$
	$Q_t$	$0,015 Q_n$	$0,015 Q_n$

$Q_n$  débit normal ou nominal.  
 $Q_t$  débit du transition.

### 3. Problème du décomptage

Il ne se pose pas pour les compteurs placés sur les branchements de fourniture d'eau aux usagers où il ne doit pas y avoir de retour d'eau. Par contre, au sein des réseaux maillés (entre des conduites de distribution), lors des études de ces derniers et surtout dans le cas de vente d'eau entre deux services différents, il est important que les retours soient décomptés.

Les compteurs volumétriques sont réversibles par construction, les compteurs à hélices ou de vitesse ont une précision moins bonne en sens inverse du sens normal. Le compteur à jet unique accuse la plus grande différence de précision entre les deux sens.

### 4. Compteurs de volume

Un récipient d'un volume connu se remplit et se vide alternativement ; le mouvement est transmis par un train mécanique réducteur ou par un dispositif magnétique vers un totalisateur généralement à huit tambours chiffrés (figure 3). Les compteurs de volume sont les plus sensibles (un compteur de 15 mm a un débit de démarrage de 1 L/h environ) mais ils peuvent être détériorés par des coups de bélier ou des accumulations d'impuretés ; ils ne doivent être employés qu'avec de l'eau parfaitement claire. Ils peuvent être disposés dans n'importe quelle position, mais il est souhaitable de les fixer à l'horizontale.

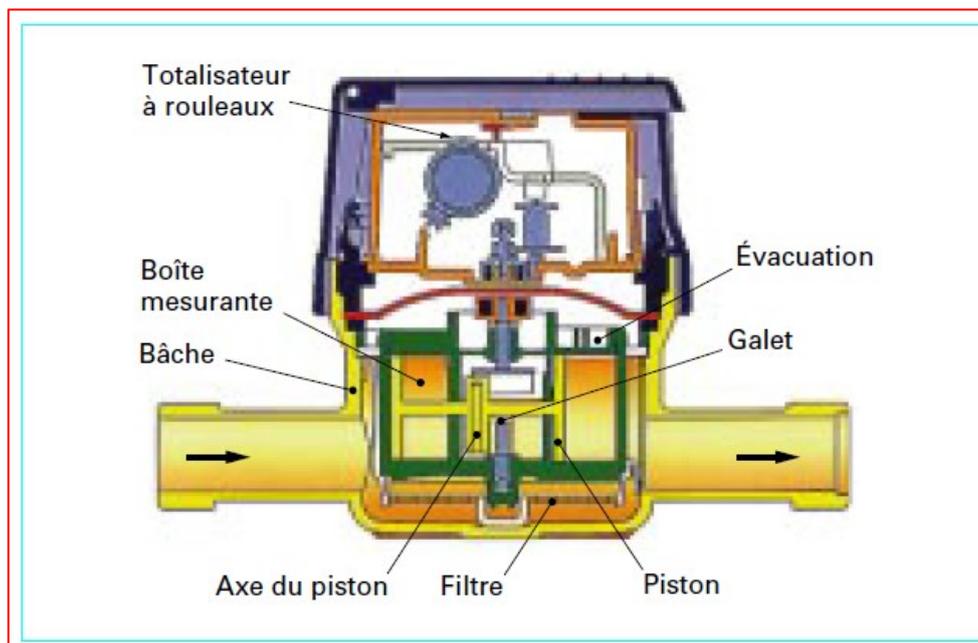


Figure 03 – Compteur volumétrique

### 5. Compteurs de vitesse

L'eau y traverse un ou plusieurs orifices de section précise dont le jet de sortie met en mouvement une turbine dont le nombre de tours est enregistré. Le comptage se fait par un train mécanique et un totalisateur (figure 4). Leur sensibilité est moins bonne que celle des compteurs volumétriques (un compteur de 15 mm a un débit de démarrage de 3 L/h environ) mais leur détérioration est moins fréquente. Ils sont insensibles aux coups de bélier et les impuretés les traversent plus aisément. Ils doivent obligatoirement être posés à l'horizontale. En effet, ils perdent au moins une classe de mesure s'ils ne sont pas horizontaux (un compteur de classe C devient de facto au mieux un compteur de classe B).

## Chapitre 5. Equipements de mesure

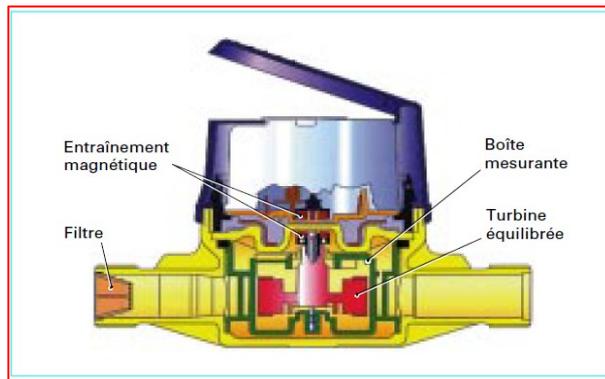


Figure 4 – Compteur de vitesse

### 6. Compteurs à hélice (Woltmann)

Ils sont à hélice verticale ou à hélice axiale. Dans les **compteurs à hélice verticale** se trouve un cylindre abritant une hélice (figure 5). L'eau arrive par la partie inférieure à travers un diviseur adapté au nombre de pales de l'hélice. Le mouvement ascendant de l'eau entraîne l'hélice à une vitesse correspondant au débit et le nombre de tours est transmis par train réducteur au comptage. Ces compteurs sont très robustes ; insensibles aux remous, ils sont bien adaptés pour le comptage à la sortie des pompes ; ils engendrent une perte de charge sensiblement inférieure à celle des compteurs de volume. Ces compteurs doivent être disposés horizontalement. Les **compteurs à hélice axiale** comportent une hélice et un diviseur (figure 6) ; ils peuvent être de grande dimension (jusqu'à 800 mm). Ils sont, par contre, sensibles aux remous et doivent être précédés soit d'une certaine longueur droite horizontale, soit d'un stabilisateur d'écoulement.

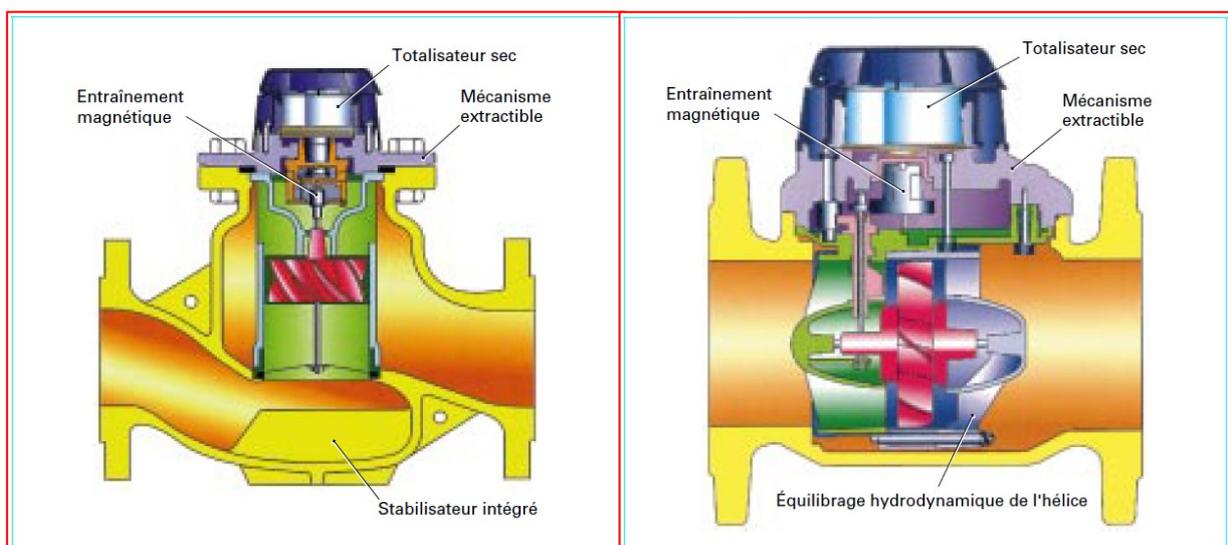


Figure 5 – Compteur Woltmann à hélice verticale    Figure 6 – Compteur Woltmann à hélice axiale

## Chapitre 5. Equipements de mesure

### 7. Compteurs combinés

Suivant la dimension de la canalisation, ils comprennent :

a) -pour des **diamètres de 50 à 100 mm** : — un compteur principal à hélice verticale, — un compteur secondaire de vitesse ou de volume, — un commutateur ;

b) - pour des **diamètres supérieurs à 100 mm** :

— un compteur principal à hélice axiale, — un compteur secondaire de vitesse, — un commutateur.

À faible débit, la valve de commutation (figure 7) est fermée, seul le compteur secondaire fonctionne.

Un accroissement de débit entraîne une augmentation de pression dans le circuit principal du compteur.

Quand la force résultant de cette pression devient supérieure à la force de résistance exercée par le ressort du commutateur, la valve s'ouvre.

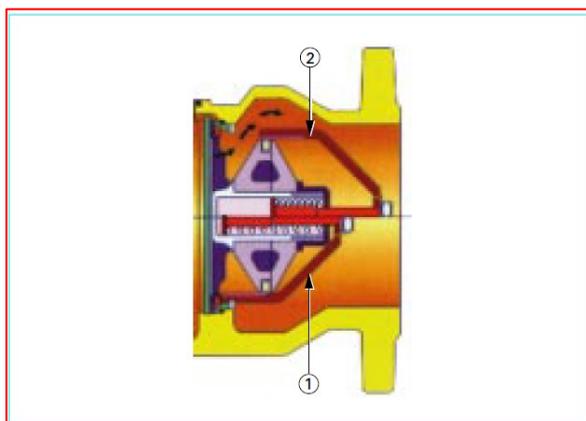


Figure 7 – Commutateur de compteur combiné

### 8. Détermination du rendement

#### 8.1. Comptage à l'amont

Plus les débits sont élevés et plus les ouvrages d'admission sont de grande dimension, plus les erreurs peuvent être importantes, en valeur absolue bien sûr, mais également en pourcentage. Lorsque l'on quitte le domaine de la métrologie par comptage, c'est-à-dire au-delà des plus gros compteurs Woltmann, on entre dans le domaine de la débitmétrie élevée. On fait alors appel aux organes déprimogènes, aux débitmètres à ultrasons ou électromagnétiques. Ces appareils ont à présent une grande précision (erreur inférieure à  $\pm 5\%$ ) et une bonne fiabilité ; ils nécessitent toutefois plus de vérifications et de réétalonnages que les compteurs classiques.

### 8.2. Principe du débitmètre électromagnétique

Le principe de fonctionnement découle de la loi de Faraday. La tension induite dans un conducteur qui se déplace perpendiculairement à un champ magnétique est directement proportionnelle à la vitesse de déplacement du conducteur. Dans le débitmètre (figure 8), deux bobines (B1 et B2), disposées perpendiculairement au tube de mesure et parcourues par un courant continu, produisent un champ magnétique  $B$ . Les deux électrodes E1 et E2, diamétralement opposées et perpendiculaires à la fois au tube de mesure et au champ magnétique, recueillent une tension «  $E$  » lorsqu'un liquide conducteur y circule à la vitesse moyenne  $V$ .

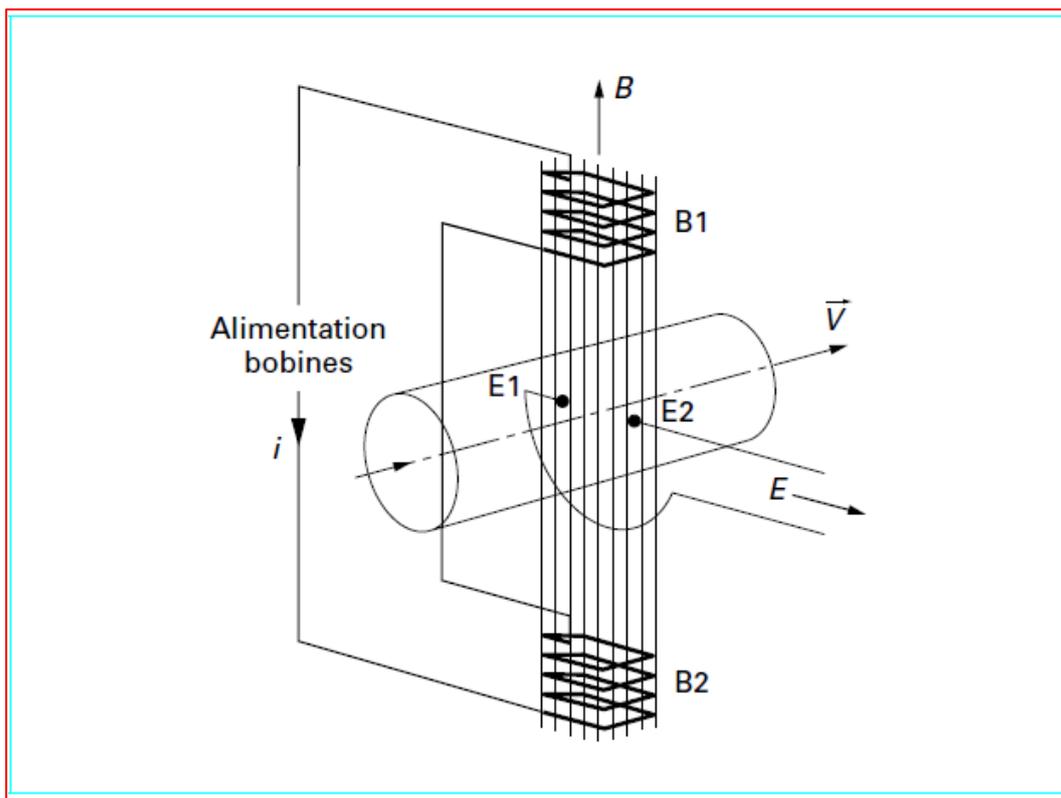


Figure 8 – Principe du débitmètre électromagnétique

La loi de Faraday donne :  $E = kV$  (Avec  $k$  une constante pour un appareil donné)