



# L'ABC du Delta-P

## La mesure de niveau en réservoir ouvert

Livre 3

Pour longtemps **VEGA**

Impression, avril 2014

Remerciements : photos pages 12 société Krohne



## **Table des matières**

Préface	4
1. Montage avec ligne d'impulsion (tubbing)	5
2. Montage avec séparateur simple	7
3. Montage avec séparateur à capillaire	9
4. Montage bulle à bulle	11
Index	14

# Préface

## **Aide-mémoire pratique pour les utilisateurs de transmetteurs de pression différentielle**

La pression est incontestablement le paramètre physique le plus mesuré dans l'industrie. Trois grandes catégories d'équipements existent sur ce segment : les capteurs de pression relative, absolue et différentielle.

Dans le livret N°2 nous nous avons abordé le coté théorique de la mesure de niveau par capteur de pression différentielle. Le livret N°3 en est la suite logique, et nous allons aborder ici quelques cas concrets d'utilisation de capteurs de pression différentielle pour mesurer les niveaux dans des cuves à pression atmosphérique ou réservoirs ouverts.

Dans ce livret, nous passons en revue les montages les plus couramment rencontrés dans l'industrie. Quelques exemples concrets viennent compléter les conseils d'installation et les précautions de montages.

A la lumière de son expérience de fabricant, VEGA vous transmet au travers de ce troisième livret les connaissances de base autour de la mesure de niveau par pression hydrostatique et les règles de base pour la mise en œuvre d'un capteur delta-P sur ces applications.

A suivre dans le livret N°4 : la mesure de niveau par capteur delta-P dans les cuves sous pression ou soumises au vide.

### **D'autres questions? Plus de détails?**

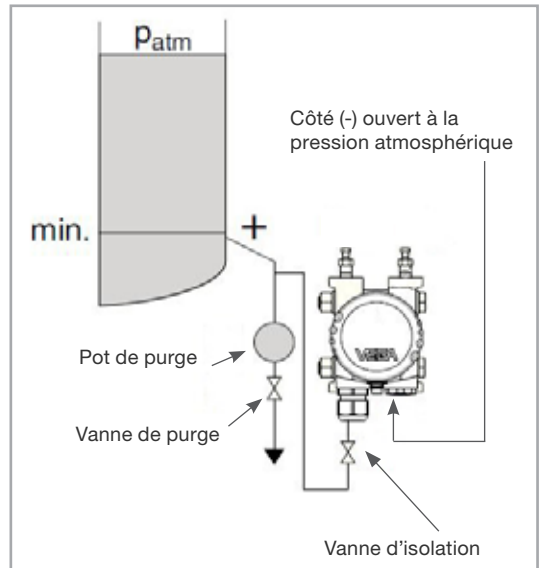
Alors consultez notre équipe de spécialistes au 03 88 59 01 50 ou inscrivez-vous sur le forum des instrumentistes [www.instrumexpert.com](http://www.instrumexpert.com), vous y retrouverez plus de 4000 techniciens et ingénieurs pour partager et échanger sur des thématiques variées de l'instrumentation.

# 1. Montage avec lignes d'impulsion (tubbing)

Il s'agit de la configuration d'application la plus simple pour laquelle il faut raccorder le côté (+) du capteur de pression différentielle à la base du réservoir, le côté (-) restant quant à lui ouvert à la pression atmosphérique. De cette manière, le capteur delta-P fonctionne comme un simple capteur de pression hydrostatique.

## Applications :

Tout liquide, propre et faiblement visqueux, dans les limites de la plage de température du capteur delta-P.



## Précautions de montage :

- Vérifier la tenue chimique de la cellule de mesure et du raccord process, ainsi que la tenue à la température
- Installer le capteur en-dessous du raccord de mesure pour que la ligne d'impulsion soit toujours remplie de liquide
- Le montage d'un pot et de vannes de purge peut être judicieux pour évacuer les éventuelles particules solides qui pourraient s'accumuler dans la ligne de mesure
- Si le capteur est monté en extérieur, isoler la ligne de mesure pour limiter les influences de la température. De même, le gel dans la ligne de mesure bloquerait la mesure. En présence d'un climat froid, prévoir un traçage électrique
- Les fluides chargés ou visqueux risquent d'encrasser et de boucher les lignes de mesure. Montage à proscrire dans ce cas

## Exemple

### Mesure de niveau d'huile

Hauteur de mesure : 5 m  
Densité produit : 0,875  
Température fluide : 15°C  
Implantation du capteur par rapport  
au niveau 0 dans la cuve : 200 mm en-  
dessous

La plage nominale minimum du capteur  
doit être de : 4725 mm

$$\begin{array}{r} 5000 \text{ mm d'échelle} \\ + 200 \text{ mm de décalage du capteur} \\ = 5200 \text{ mm} \\ \times 0,875 \text{ densité de l'huile} \\ = 4725 \text{ mm de plage nominale du capteur} \end{array}$$

ou 463.52 mbar  
( $P=h\rho g = 5200 \times 0,875 \times 9,81.10^{-2}$ )

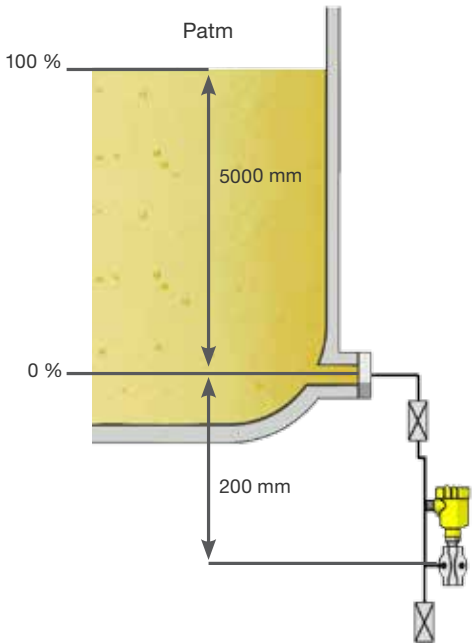
On choisira alors un capteur avec une  
plage nominale de 0 ... 500 mbar.

Le réglage du zéro sera :

175 mm ( $200 \times 0,875$ )

Le réglage de l'échelle sera :

4725 mm ( $200 \times 0,875 + 5000 \times 0,875$ )



### Important :

- Tenir compte de la différence de hauteur entre le capteur et le piquage dans le réglage de l'échelle de mesure.
- Tenir compte de la densité dans le choix de l'échelle de mesure.

### A retenir :

Dans ce type d'application, nous pouvons aussi installer un capteur de pression relatif autoporté du type VEGABAR.

## 2. Montage avec séparateur simple

Dans cette configuration, le capteur de pression différentielle est directement raccordé sur le réservoir. Le côté (-) reste ouvert à la pression atmosphérique.

### Applications :

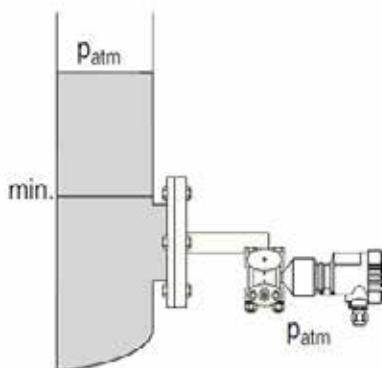
- Produits à températures élevées, maxi 200 °C, lorsque le montage avec des lignes d'impulsion n'est pas possible
- Produits corrosifs incompatibles avec les matériaux du transmetteur
- Produits colmatants, chargés ou visqueux qui risquent de boucher la ligne d'impulsion



Séparateur simple monté sur capteur VEGADIF65

### Précautions de montage :

- Choisir un séparateur adapté à votre produit (cf. livre 1 - page 12)
- Tenir compte du fait que la mesure de niveau ne sera précise qu'à partir du bord supérieur du séparateur



## Exemple

### Mesure de niveau de résine

Hauteur de mesure : 3 m

Densité produit : 1,1

Viscosité : 1500 mPa/s

La plage nominale minimum du capteur doit être de 3300 mm

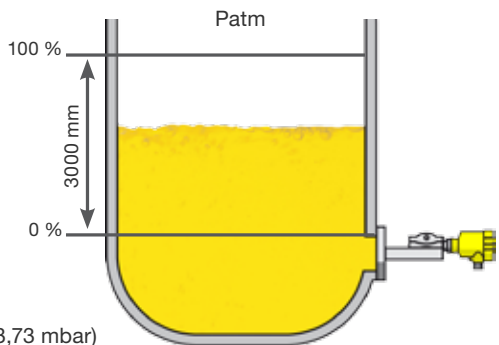
$$\frac{3000 \text{ mm hauteur de mesure}}{\times 1,1 \text{ densité de la résine}} = 3300 \text{ mm de plage nominale du capteur}$$

ou 323,73 mbar

$$(P=h\rho g = 3000 \times 1,1 \times 9,81 \cdot 10^{-2})$$

Le réglage du zéro sera : 0 mm (0 mbar)

Le réglage de l'échelle sera : 3300 mm (323,73 mbar)





# 3. Montage avec séparateur à capillaire

Dans cette configuration, un capteur de pression différentielle est muni d'un séparateur à capillaire raccordé sur le réservoir. Le côté (-) reste ouvert à la pression atmosphérique.

Le séparateur à capillaire permet d'éloigner le capteur du process, et ainsi, de mesurer des niveaux de fluides avec des températures pouvant atteindre 400°C. Il permet également d'installer la prise de mesure du capteur dans des endroits exigus.

## Applications :

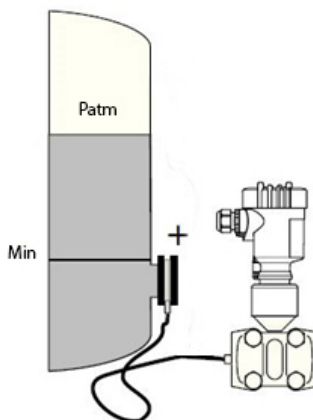
- Contraintes mécaniques d'installation, tels que les vibrations au point d'installation ou encombrement du capteur
- Produits à températures élevées, maxi 400 °C, lorsque le montage avec des lignes d'impulsion n'est pas possible
- Produits corrosifs incompatibles avec les matériaux du transmetteur
- Produits colmatants, chargés ou visqueux qui risquent de boucher la ligne d'impulsion

## Précautions de montage :

- Choisir un séparateur adapté à votre produit (cf livre 1 - page 12)
- Tenir compte du fait que la mesure de niveau ne sera précise qu'à partir du bord supérieur du séparateur



Séparateur à capillaire monté sur capteur VEGADIF 65



## Exemple :

### Mesure de niveau de mélasse

Hauteur de mesure : 4 m  
Densité produit : 1,2  
Position du capteur par rapport au piquage  
= - 250 mm  
Densité huile capillaire : 0,96 (KN17)  
Bride capteur DN80  
Longueur capillaire : 2 m  
Température process : 60°C  
Température ambiante : 30°C

### Influence de la longueur du capillaire et de la différence de température sur le réglage de l'échelle de mesure

Pour la connaître, se référer à la notice du constructeur. Dans cet exemple, la notice «Séparateurs CSS pour VEGADIF 65» indique que l'erreur se calcule ainsi :

**Erreur = CT process + CT capillaire**

*Rappel : le CT désigne le coefficient de précision par rapport à la température (voir livre 1, page 13)*

**CT process = 0,25 mbar/10 K**

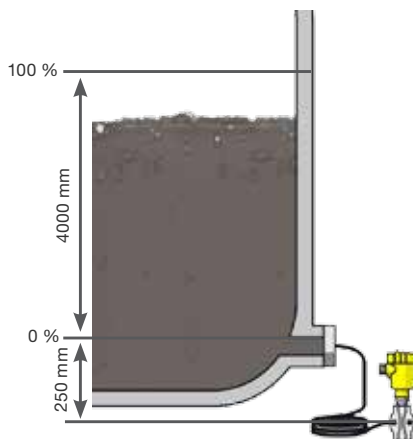
La température produit est de 60 °C, soient 40 °C au-dessus de la température de référence

$CT\ process = 0,25 \times 4 = 1\ mbar$

**CT capillaire = 0,21 mbar/10 K**

La température ambiante est de 30 °C, soient 10 °C au-dessus de la température de référence

$CT\ capillaire = 0,21 \times 1 \times 2 = 0,42\ mbar$



**Calcul de l'erreur**

**Erreur = CT process + CT capillaire**  
 $= 1 + 0,42$   
 $= 1,42\ mbar$

Soit 14,47 mm

*Rappel :  $P=p.g.h$  (voir Livre 2, page 5)*

**Réglage du 0**

$= 250 \times 0,96 + 14,47\ mm$   
 $= 254,47\ mm$

**Réglage du 100 %**

$= 4000 \times 1,2 + 254,47\ mm$   
 $= 5054,47\ mm$

### Nota :

En cas d'huile de remplissage haute température, il faudra également considérer un facteur de correction pour compenser le coefficient de dilatation.

**Important !** Tenir compte de l'influence de la position du capteur et du capillaire sur le choix et le réglage de l'échelle de mesure.

# 4. Montage bulle à bulle

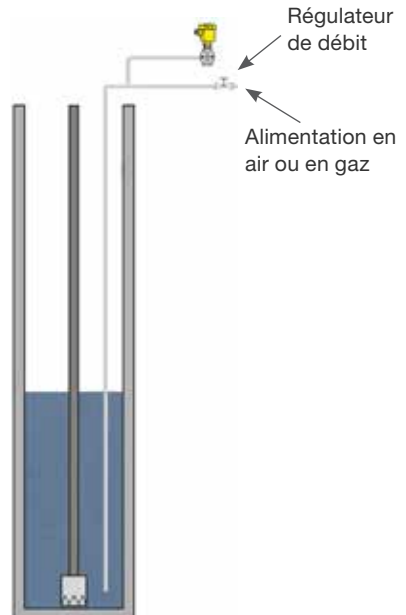
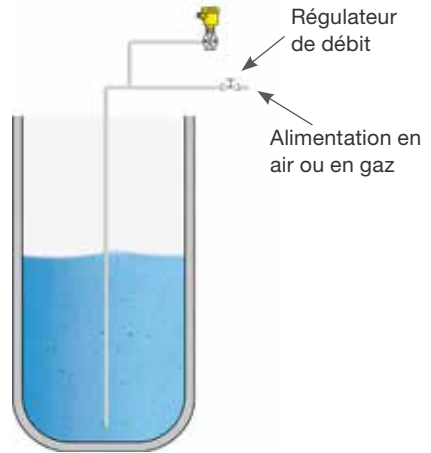
## Mesure sur cuves ouvertes

Une canne de bullage est alimentée en air (ou en gaz) au travers d'un régulateur de débit. Le capteur de pression monté sur la canne de bullage, entre le régulateur de débit et le réservoir, mesure la contre-pression engendrée par la colonne hydrostatique de liquide. Celle-ci est proportionnelle à la hauteur de produit. Autrement dit, la pression nécessaire à la formation de la bulle et à son départ de la canne de bullage est égale à la pression régnant au niveau de la sortie de la canne, c'est à dire h.p.g.

Dans cette méthode de mesure, il faut tenir compte des risques de pertes de charge engendrées par le bullage. Elles peuvent induire une erreur sur la pression mesurée. Aussi, il est recommandé de travailler à débit constant. Le débit injecté doit être faible (bulle à bulle, c'est à dire ~ 1 bulle/seconde). Ce débit est déterminé pour pouvoir balayer toute la hauteur à mesurer. Un débit constant ne permet pas d'éliminer les pertes de charge, mais les rend constantes sur toute la plage de mesure. Ainsi, ce décalage peut être corrigé lors de l'étalonnage.

## Pour quelles applications ?

On utilise le bulle à bulle dans les applications où le capteur doit être isolé du produit à mesurer (produits corrosifs ou produits à température élevée), dans les cas où un encombrement réduit est nécessaire (réservoir enterré ou puit de forage), ou encore, pour les mesures en environnement naturel.



## Les accessoires nécessaires pour régler le débit des bulles

Si un réseau d'air comprimé ou d'azote est disponible sur site, on utilisera un régulateur de débit de type rotamètre en dérivation sur le réseau, qui permettra de réguler le débit des bulles et ainsi, d'éviter de créer une pression dynamique dans la canne de bullage. Disponible aussi avec un régulateur de pression, il permettra d'adapter la pression aux conditions du procédé.

## Précautions de montage

- La canne de bullage doit être suffisamment rigide pour éviter de se tordre sous l'influence du produit.
- Elle doit être compatible chimiquement avec le produit à mesurer.
- Le transmetteur de pression doit toujours être monté sur la canne de bullage entre le régulateur de débit et le produit à mesurer.
- La pression d'air injectée dans la canne de bullage doit être supérieure à la contre pression engendrée par la hauteur maximale de liquide à mesurer (h.p.g)
- Le débit des bulles doit-être le plus faible possible pour éviter de créer une pression dynamique dans la canne
- Le diamètre intérieur de la canne de bullage ne doit pas dépasser 4 mm

### Régulateur de débit avec molette de réglage du débit



### Régulateur du débit avec molette de réglage du débit et régulateur de pression



## Exemple :

### Mesure de niveau sur cuve de traitement de surface en environnement agressif

Hauteur de mesure : 2 m

Densité produit : 1

Présence de mousse en surface

Canne de bullage en matériau synthétique

La plage nominale minimum du capteur doit être de :

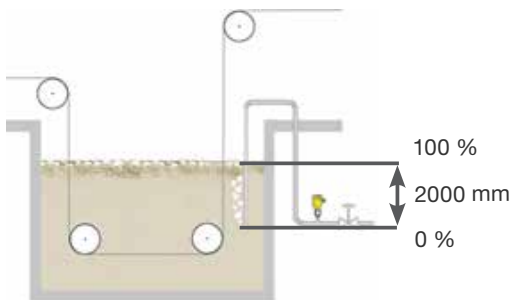
2000 mm de colonne d'eau (2000 x 1)

ou 196,20 mbar ( $2000 \times 1 \times 9,81 \cdot 10^{-2}$ )

Le réglage du zéro se fait en bout de canne :  
0 mm (0 mbar)

Le réglage de l'échelle sera :

2000 mm de colonne d'eau (196,20 mbar)



### A retenir :

Calcul de la pression à injecter dans la canne de bullage :  
hauteur de mesure x densité du fluide + marge de sécurité (quelques mbar)

# Index

## **Tubbing**

Anglicisme désignant le montage du capteur avec lignes d'impulsion pour ramener la pression sur le capteur.

► Voir page 5

## **Séparateur**

Un séparateur est un dispositif permettant d'éviter la mise en contact direct du fluide du process avec le capteur. Ce dispositif consiste à intercaler un liquide de remplissage entre le capteur et une membrane mise en contact avec le fluide du process, soit en montage rigide, soit avec des capillaires. La pression s'exerce sur la membrane du séparateur puis est transmise par le fluide de remplissage au capteur.

► voir page 7

## **Séparateur simple**

Présence d'un séparateur unique sur le capteur Delta-P.

► voir page 7

## **Séparateur à capillaire**

Elément qui ramène la pression au capteur.

► voir page 9

## **Piquage**

Dispositif servant au raccordement mécanique d'une sonde.

► voir page 10

## **Canne de bullage**

Canne plongée dans le liquide à mesurer sur laquelle est raccordé un capteur de pression. La canne de bullage est alimentée en air comprimé ou en gaz neutre.

► voir page 11

## **Rotamètre**

Le rotamètre est un débitmètre à flotteur utilisé pour mesurer les faibles débits de gaz ou fluide propre. Equipé d'un robinet à pointeau en entrée, il permet de régler le débit.

► voir page 12

## **Plage nominale**

Plage de mesure du capteur tel qu'il sort d'usine. L'échelle de mesure réglée ne peut dépasser la plage nominale du capteur.

► voir page 13

## **Le forum de l'instrumentation en français**

Vous avez d'autres questions sur la mesure de pression différentielle? Ou bien, d'autres questions sur l'instrumentation de process en général?

Alors connectez-vous sur le seul forum instrumentation en français. Posez vos questions, et partagez votre expérience avec une communauté de plus de 4.000 techniciens francophones!

Sur [www.instrumexpert.com](http://www.instrumexpert.com), vous accédez gratuitement à de nombreux sujets, ressources et documents en téléchargements.



Livre 1 : Le capteur et ses accessoires  
Livre 2 : La mesure de niveau, la théorie  
Livre 3 : La mesure de niveau en réservoir ouvert



**A suivre le Livre 4 de l'ABC du Delta-P**  
**Sujet: La mesure de niveau dans les cuves sous**  
**pression ou soumises au vide**

VEGA Technique S.A.S  
15, Rue du Ried, Z.A. Nordhouse  
67150 Erstein – France  
Tél. +33 3 88 59 01 50  
Hotline tech. 08 99 70 02 16 (1,35€ + 0,34€/mn)  
Fax +33 3 88 59 01 51  
E-mail [info.fr@vega.com](mailto:info.fr@vega.com)  
[www.vega.fr](http://www.vega.fr)

Pour longtemps **VEGA**