

# Avantages des capteurs de pression différentielle LBA en raison de leur résistance pneumatique très élevée

## 1 PRINCIPE DE MESURE

Les capteurs de pression différentielle ultrasensibles LBA de Sensortech nics mesurent des pressions très faibles d'air et de gaz à partir d'une gamme de pression de 25 Pa pleine échelle. La série LBA est basée sur une technologie MEMS entièrement inédite, qui intègre le canal d'écoulement dans la puce semi-conductrice en silicium. Ces capteurs utilisent le principe éprouvé de la mesure thermique de débit massique (voir figure 1) et transpose cette valeur en pression. Pour ce faire, un élément chauffant est disposé à l'intérieur du capteur, entre deux thermistances qui se trouvent en amont et en aval. Un flux de gaz a comme effet une augmentation de la température au niveau de la résistance située en aval. Il en résulte une différence de température entre les deux résistances, ce qui génère un signal de tension proportionnel à ce flux. Étant donné que l'écoulement à travers le capteur est provoqué par une différence de pression entre les deux entrées du capteur, le signal de sortie représente également cette pression différentielle.

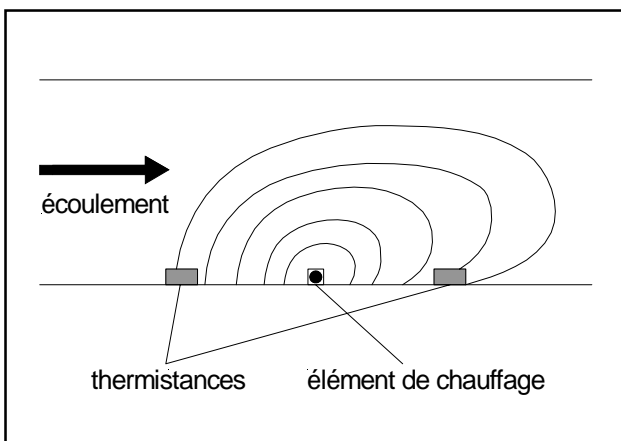


Figure 1 : principe de la mesure thermique du débit massique

La figure 2 montre la courbe caractéristique de l'élément de base du capteur LBA non amplifié en fonction de la pression différentielle. La technologie LBA se distingue par une sensibilité élevée dans le domaine des pressions différentielles très faibles et en particulier pour les valeurs proches de zéro ainsi que par une grande plage de mesure. Les capteurs LBA de Sensortech nics possèdent un traitement de signal analogique intégré pour la calibration, une compensation en température et une amplification de signal, et peuvent en outre être optimisés selon différentes exigences d'utilisation, c'est-à-dire si une plus grande dynamique de mesure, un signal de sortie linéaire ou une résolution élevée sont requis.

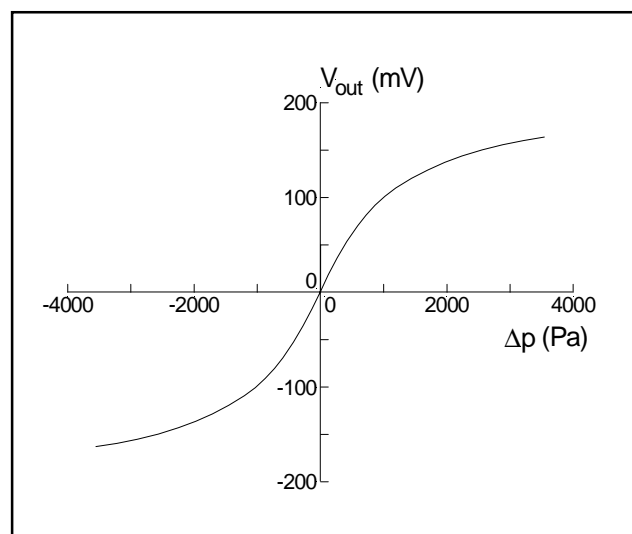


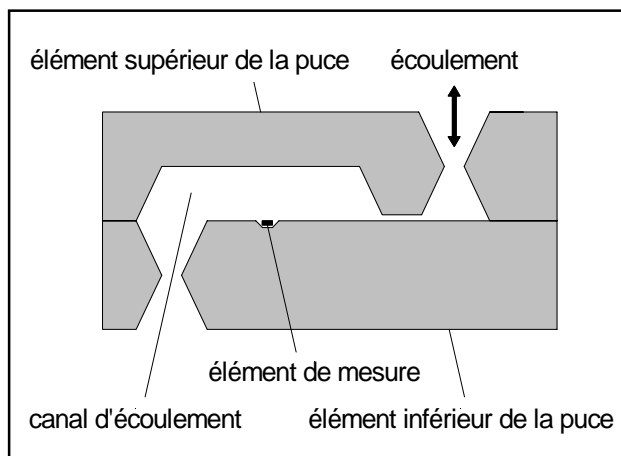
Figure 2 : courbe caractéristique signal/pression de l'élément de base du capteur LBA non amplifié

## Avantages des capteurs de pression différentielle LBA en raison de leur résistance pneumatique très élevée

### 2 CONSTRUCTION DU CAPTEUR

Les capteurs LBA sont basés sur une puce en silicium de seulement 2 x 2 mm env., qui contient le canal d'écoulement, l'élément de mesure et un traitement de signal analogique CMOS. Grâce à la miniaturisation et à l'intégration du canal d'écoulement au niveau de la puce (voir figure 3), on obtient des résistances pneumatiques très élevées allant jusqu'à 200 000 Pa/(ml/s), jusqu'à 1000 fois plus grandes par rapport aux autres capteurs de même type. Cela réduit au minimum le flux de gaz à travers le capteur et présente des avantages particuliers pour des utilisations dans des environnements poussiéreux ou humides ainsi que pour l'utilisation de longs flexibles et de filtres (pour plus d'explications : voir chapitre 4 - 6).

Dans les capteurs traditionnels basés sur le débit, le canal d'écoulement, et de ce fait le flux de gaz à travers le capteur, sont déterminés par le boîtier en matière plastique du capteur. Contrairement à cela, dans le cas des capteurs de pression différentielle LBA, un canal d'écoulement très étroit est fabriqué au niveau de la puce. Cette particularité présente des avantages au niveau de la construction du boîtier, notamment une grande flexibilité de la forme, des composants du boîtier très petits et stables et une réduction des coûts. De plus, la technologie semi-conductrice utilisée par les capteurs LBA permet des tolérances de fabrication extrêmement faibles et la fabrication en série des puces semi-conductrices des capteurs à un prix avantageux.



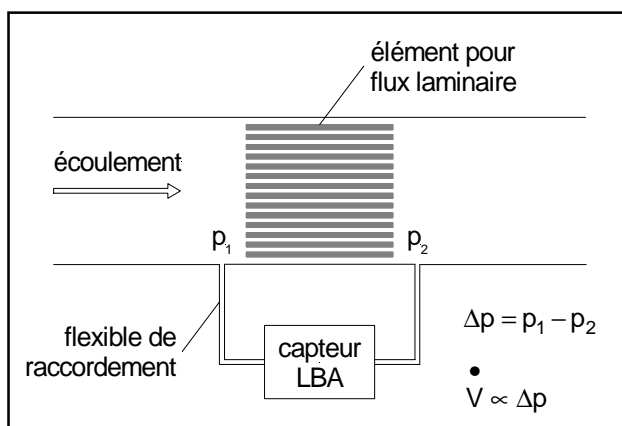
**Figure 3 :** principe de construction du capteur de pression différentielle LBA (coupe transversale)

## Avantages des capteurs de pression différentielle LBA en raison de leur résistance pneumatique très élevée

### 3 MESURE DE DÉBIT VOLUMÉTRIQUE AVEC CAPTEUR DE PRESSION DIFFÉRENTIELLE

Les capteurs de pression différentielle avec de plages de faibles pressions de quelques millibars sont souvent utilisés pour mesurer le débit volumétrique dans les conduites rigides et canaux d'écoulement. Ils sont par exemple indiqués pour déterminer le flux respiratoire dans le domaine médical ainsi que pour mesurer les échanges respiratoires ou pour le contrôle du filtre dans le domaine climatique. Grâce à un étranglement artificiel dans la conduite de flux, réalisé par exemple au moyen d'un élément laminaire ou d'un diaphragme, il est possible d'obtenir une chute de pression indicative du débit (voir figure 4) pouvant être mesurée à l'aide d'un capteur de pression différentielle.

Les capteurs LBA basés sur le débit sont calibrés sur la pression différentielle et peuvent mesurer la chute de pression sur un élément d'écoulement comme décrit ci-avant. Le capteur LBA dans des utilisations visant à mesurer le débit volumétrique se rapproche d'un capteur de pression différentielle basé sur une membrane, pour lequel aucun flux de gaz ne passe dans le capteur, sans toutefois perdre l'avantage de la sensibilité élevée aux valeurs proches de zéro, comme cela se voit typiquement pour la mesure thermique du débit massique.



**Figure 4 :** mise en place typique pour mesurer le débit volumétrique à l'aide d'un capteur de pression différentielle

### 4 INSENSIBILITÉ À LA LONGUEUR DU FLEXIBLE ET AUX FILTRES

Pour mesurer le débit, un capteur de pression différentielle est par exemple relié à la conduite d'écoulement par le biais de flexibles, comme l'illustre la figure 4. Dans de nombreuses utilisations, des filtres sont placés dans les conduites d'alimentation pour, par exemple, protéger le capteur de la poussière, de l'humidité ou de toute contamination bactérienne. Chaque élément pneumatique entre la conduite d'écoulement principale et les raccords de pression du capteur représente une résistance conduisant à une perte de pression. Le capteur de pression mesure dès lors une pression différentielle, qui est plus faible que celle qui est provoquée par la chute de pression sur la conduite. Cela conduit à des imprécisions lors de la saisie du débit volumétrique dans la conduite principale. Plus la résistance pneumatique du flexible de raccordement ou du filtre est importante par rapport au capteur, plus cet effet sera marqué. Pour les capteurs traditionnels basés sur le débit, une longueur maximale de flexible à ne pas dépasser est dès lors recommandée ou une formule de correction est indiquée, pour compenser la chute de pression dans le flexible.

Un flexible d'une longueur de 1 m avec un diamètre intérieur de 1/16 de pouce (1,6 mm) provoque par exemple une résistance pneumatique d'env. 120 Pa/(ml/s). Les capteurs LBA de Sensortech possèdent une résistance allant jusqu'à 200 000 Pa/(ml/s). Cela signifie que la mesure est presque exclusivement déterminée par la résistance au flux très élevée du capteur LBA et que la longueur et le diamètre du flexible de raccordement ou du filtre utilisés sont négligeables. Les capteurs LBA permettent dès lors sans problème l'utilisation de flexibles de raccordement, de filtres et d'autres éléments, sans perdre leur calibration. Même le changement des résistances pneumatiques de ces éléments durant le service, par exemple pour appliquer un filtre, n'a en règle générale aucune incidence négative sur l'exactitude de la mesure.

## Avantages des capteurs de pression différentielle LBA en raison de leur résistance pneumatique très élevée

---

### 5 INSENSIBILITÉ À LA POUSSIÈRE

Si les capteurs de pression basés sur le débit ou les capteurs de débit thermiques sont utilisés dans des environnements chargés de poussières, par exemple dans le domaine climatique, les particules de poussières risquent de pénétrer à l'intérieur du capteur et de se déposer sur les parois du canal d'écoulement. Cela entraîne une augmentation de la résistance pneumatique du capteur du fait d'une obstruction des canaux d'écoulement intérieurs. La conséquence est un signal de sortie plus faible du capteur dans le cas d'un flux inchangé dans la conduite principale et une erreur de mesure augmentant significativement avec le temps. Dans le pire des cas, un blocage complet se produit avec pour résultat une défaillance complète du capteur. En outre, les éléments de mesure sensibles du capteur peuvent être recouverts d'une couche de poussières, ce qui entraîne également des données de mesure erronées.

Les capteurs de pression LBA sont particulièrement insensibles à la poussière. Grâce à leur résistance pneumatique très élevée, l'écoulement à travers le capteur et ses flexibles de raccordement est extrêmement faible. De ce fait, la quantité globale d'air chargé de poussières, qui circule à travers le canal d'écoulement est réduite au strict minimum par rapport aux capteurs traditionnels basés sur le débit. Par ailleurs, la vitesse d'écoulement baisse aussi fortement, de sorte que la masse résiduelle de poussières encore présente se détache d'une manière générale du flux de gaz déjà fortement réduit, et ce, avant de pénétrer dans le capteur LBA. De cette manière, les capteurs de pression différentielle LBA de Sensortechncs empêchent la poussière de pénétrer dans le capteur et garantissent ainsi une durée de vie très élevée et le respect de toutes les spécifications, même dans des environnements chargés de poussières.

### 6 INSENSIBILITÉ À L'HUMIDITÉ

Dans de nombreux appareils médicaux, tels que les systèmes d'assistance respiratoire, spiromètres, appareils de diagnostic du sommeil et concentrateurs d'oxygène, le flux respiratoire du patient est surveillé à l'aide de capteurs de pression différentielle basés sur le débit. Étant donné que l'air inhalé contient une proportion considérable d'humidité et est généralement plus chaud que l'environnement, de la condensation peut se former à l'intérieur de l'appareil. Des gouttes d'eau peuvent se déposer sur les parois des conduites de raccordement du canal d'écoulement principal allant jusqu'au capteur ou dans le capteur même. Si ces gouttes d'eau dépassent une certaine quantité ou forment de gros amoncellements, les caractéristiques pneumatiques dans le canal d'écoulement ou à l'intérieur du capteur peuvent être altérées de manière telle que la calibration du capteur peut être perdue. Dans le pire des cas, un blocage complet se produit avec pour corollaire une défaillance complète du capteur.

Grâce à la résistance pneumatique très élevée des capteurs de pression LBA, l'écoulement à travers le capteur et ses flexibles de raccordement est extrêmement faible. De ce fait, la quantité globale d'air humide pouvant former de la condensation est réduite au strict minimum par rapport aux capteurs traditionnels basés sur le débit. Les capteurs de pression différentielle LBA de Sensortechncs ne montrent, lors d'utilisations typiques dans un environnement où l'air est chargé d'humidité, aucune modification de la précision de la mesure et respectent toutes les spécifications.