

# Mesure de niveau ultrasonique

## Sondes DU 43 C, DU 43 S

Mesure continue de niveau sans contact dans les silos de produits en vrac



DU 43 C  
Sonde ultrasonique  
compacte avec  
électronique



DU 43 S  
Sonde ultrasonique sans  
électronique

### Aperçu des avantages

- Plage de mesure étendue pour les silos de produits en vrac
- Possibilité d'avoir des distances courtes entre le niveau maximal et la sonde (0,8 m)
- Version compacte ou version séparée avec protection IP 68
- Version avec enveloppe métallique pour l'utilisation en Ex zone 10.
- Nombreuses possibilités de montage avec bride ou manchon fileté.
- Insensible au colmatage

Endress+Hauser

Le savoir-faire et l'expérience



## Domaine d'applications

La sonde ultrasonique DU 43 est utilisée comme capteur pour la mesure continue du niveau sans contact, notamment dans les silos de produits en vrac également en Ex zone 10 (poussières inflammables). La plage de mesure est de 25 m (dans les conditions idéales).

### Exemple d'applications :

Produits à faible ou forte granulométrie comme par ex. cailloux, gravier, minéral, charbon, granulés, composition verrière, céréales, etc...

## Ensemble de mesure

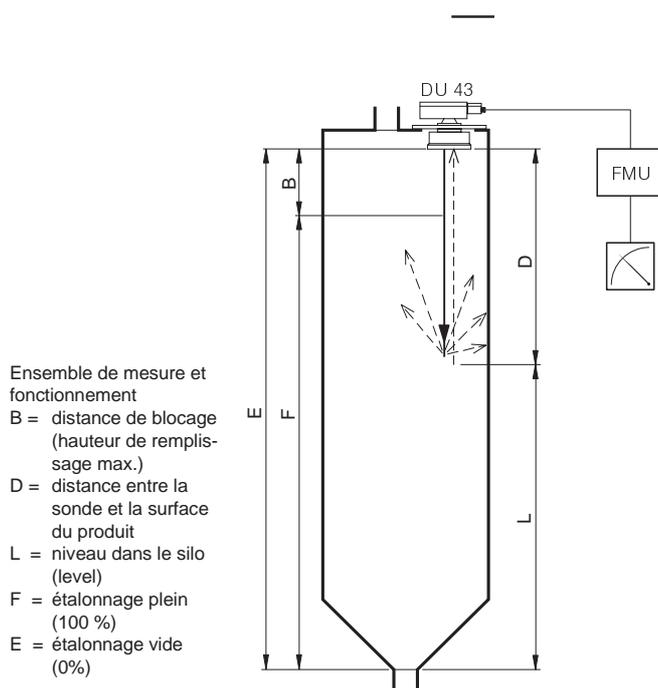
Un ensemble de mesure complet comprend :

- un transmetteur Nivosonic FMU 671, FMU 676 ou FMU 677 situé en salle de contrôle,
- une sonde ultrasonique DU 43 montée sur le silo et
- une électronique pilotant la sonde ultrasonique.

## Principe de fonctionnement

Le point d'implantation le plus avantageux se situe directement sous le toit du silo. Le capteur sonique est activé électriquement et envoie une impulsion ultrasonique vers le bas, en direction du produit. Cette impulsion est partiellement réfléchiée par la surface du produit. La sonde agit alors comme un micro directif convertit l'écho reçu en un signal électrique.

Le temps entre l'émission et la réception de l'impulsion - durée de parcours - est directement proportionnel à la distance sonde-niveau. La distance  $D$  est déterminée par la vitesse du son  $c$  et la durée de parcours  $t$ , la formule de calcul est la suivante : ...



# Etude d'implantation

## Portée maximale

La portée maximale (plage de mesure) dépend des facteurs suivants :

- puissance du signal provenant de la surface du produit (écho diffus)
- affaiblissement du signal dans le silo entre la sonde et le produit
- niveau de bruit, généré par ex. par le remplissage
- échos parasites provenant des éléments de forme internes

Les trois premiers facteurs dépendent des conditions d'application.

Les échos parasites peuvent être atténués si l'on suit les conseils indiqués dans cette notice.

Les conditions d'application sont considérées très bonnes lorsque :

- le bord inférieur de la sonde se trouve dans le silo
- L'impulsion ultrasonique atteint la surface du produit sans obstacle
- le silo n'est ni rempli, ni vidé pendant la mesure
- le produit est dur et a une forte granulométrie
- le silo est exempt de poussière
- la température de l'air est basse

Pour évaluer la portée de la sonde ultrasonique dans votre cas d'application :

- vérifier à l'aide du tableau quels sont les facteurs qui influencent la mesure
- additionner les valeurs de réduction correspondantes (dB).

Le diagramme montre la courbe d'amortissement de l'écho idéale pour les sondes DU 43.

- Déplacer la courbe idéale vers le bas, sur une distance correspondant à la somme des valeurs de réduction.
- Vérifier le niveau des bruits de fond et le déduire de la limite de 120 dB. Un niveau de bruits de fond normal généré par le remplissage ou la vidange ou par des réflexions parasites des parois du silo est d'env. 20 dB. Lorsque les distances de mesure sont courtes, le niveau de bruits de fond augmente du fait des réflexions parasites plus puissantes.
- Le point d'intersection entre la courbe idéale déplacée vers le bas et le niveau du bruit correspond à la portée maximale. Voir l'exemple ci-dessous.

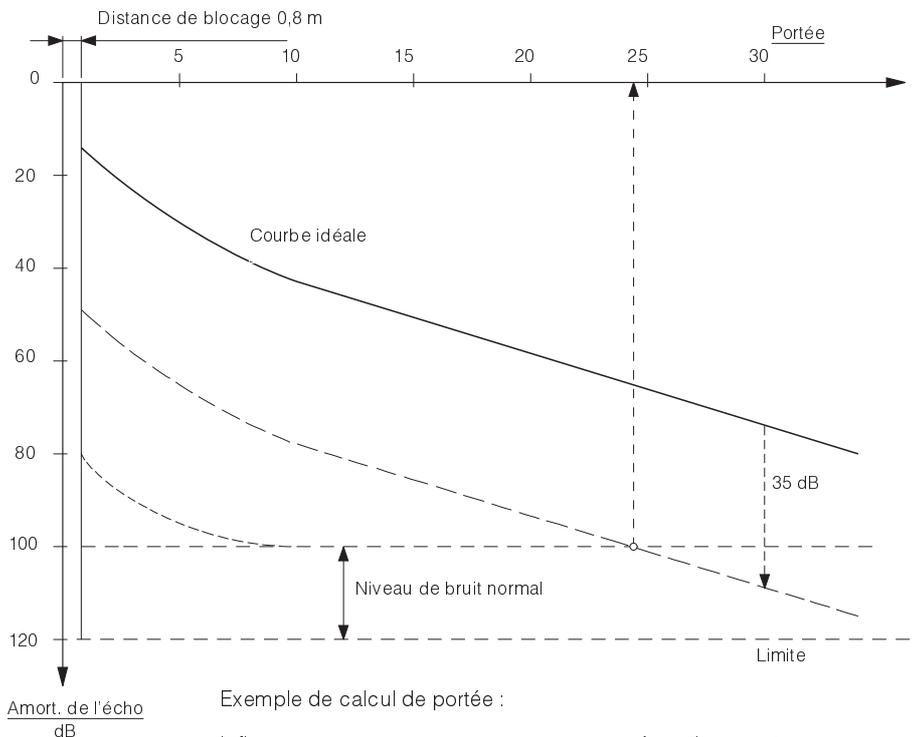
La portée maximale établie suffit-elle pour votre cas d'application ?

Influences dans les silos à produits en vrac	Amortissement dB
<b>Gradient de température</b> entre le capteur et la surface du produit	0 jusqu'à 20 °C jusqu'à 40 °C jusqu'à 60 °C
<b>Veine de produit</b> en dehors de la zone de détection	0
faibles quantités dans la zone de détection	5...10
grandes quantités dans la zone de détection	10...20
<b>Poussière</b> pas de production de poussière	0
production de poussière faible	5
production de poussière importante	5...10
<b>Surface du produit</b> granulométrie importante, dure	20
granulométrie importante, molle par ex. tourbe, briques recouvertes de poussière	20...40

Valeurs de réduction (amortissement en dB) dans le cas d'influences parasites dans le silo

\* la sonde montée sur un piquage génère un bruit de fond, dont le niveau diminue avec l'éloignement (temps).

Amortissement de l'écho en fonction de la portée, exemple de calcul de portée

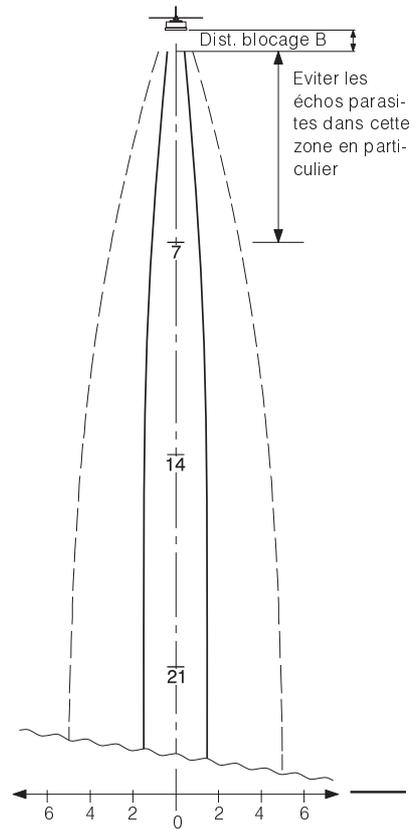


### Seuils de détection et signaux parasites

Si le silo comporte des éléments de forme, le positionnement correct de la sonde est indispensable pour maintenir le niveau de bruit de fond le plus bas possible. Il faudrait que l'impulsion ultrasonique atteigne la surface du produit sans obstacle.

Les impulsions ultrasoniques quittent la sonde sous forme de faisceau étroit qui s'élargit lentement en même que la distance parcourue augmente. Chaque élément qui se trouve dans ce faisceau génère un écho qui est reçu par la sonde.

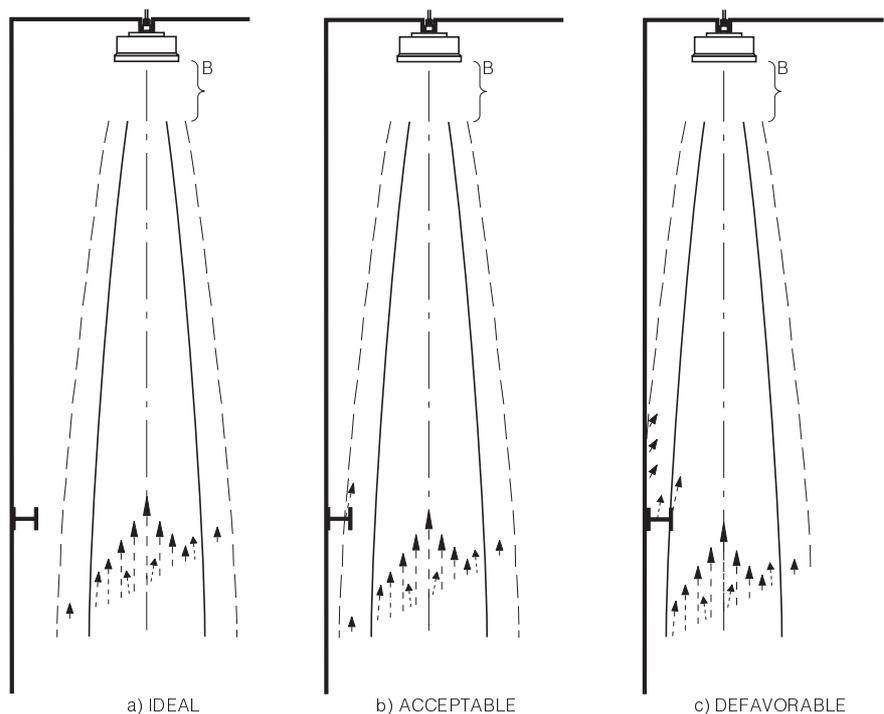
- Les bords saillants, éléments de forme qui se trouvent dans le premier tiers de la plage de mesure choisie sont plus critiques car l'énergie du son est extrêmement concentrée.
- Dans le dernier tiers de la plage de mesure, l'énergie acoustique est répartie sur une surface plus importante. Les effets des éléments de forme et bords saillants sont de ce fait moins importants.
- Les éléments au centre du faisceau (ligne continue sur l'illustration) génèrent un écho puissant.
- Les échos de la zone limitrophe (ligne discontinue) n'ont de signification que dans le cas d'un faible signal utile émis par la surface du produit.



Plage de détection en fonction de la portée

Eviter les échos parasites dus aux éléments internes et aux parois de silo rugueuses !

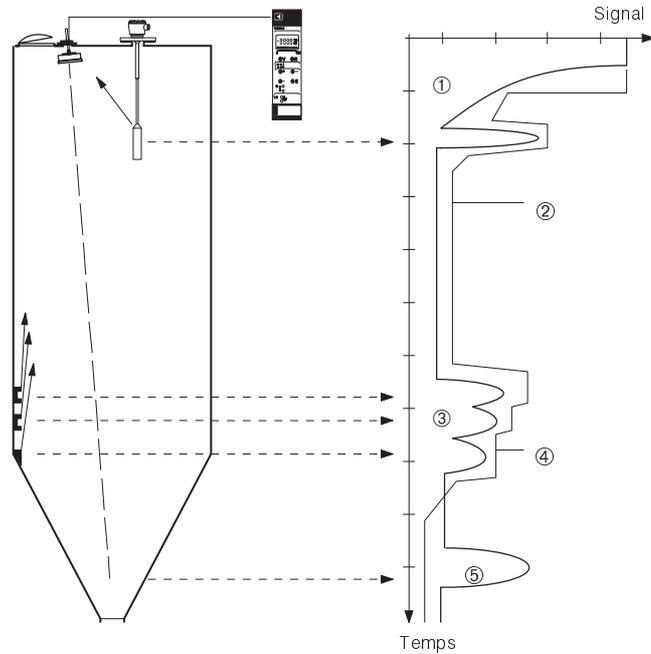
- montage idéal, pas d'écho parasite
- montage correct, faible écho parasite
- montage défavorable, échos parasites puissants dus aux éléments internes et aux parois irrégulières (par ex. soudures)



### Suppression des échos fixes

Les échos permanents provoqués par les éléments fixes peuvent être éliminés. Le seuil de détection est automatiquement adapté au profil des échos parasites, de telle sorte que ces signaux ne sont pas pris en compte, et donc exclus du traitement ultérieur.

Mais attention, l'auto-optimisation de la TDT entraîne une réduction de la dynamique exploitable. Dans le cas des signaux utiles de faible amplitude (silo à ciment...) plus particulièrement, il est conseillé de diminuer le niveau de bruit de fond par un montage et un positionnement corrects de la sonde avant d'activer la suppression des échos fixes



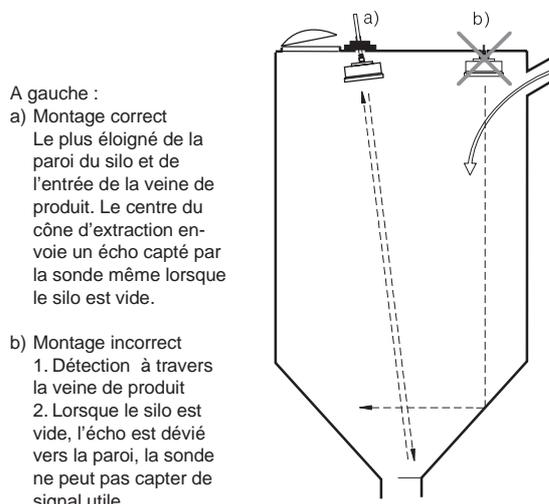
- Suppression des échos parasites dans le cas d'éléments fixes.
- ① Oscillation de la sonde
  - ② Seuil de détection variable dans le temps, qu'un signal écho doit dépasser pour être pris en compte par le transmetteur
  - ③ Echo parasite
  - ④ Suppression de l'écho parasite (TDT adaptée)
  - ⑤ Signal utile en provenance de la surface du produit

## Conseils d'implantation

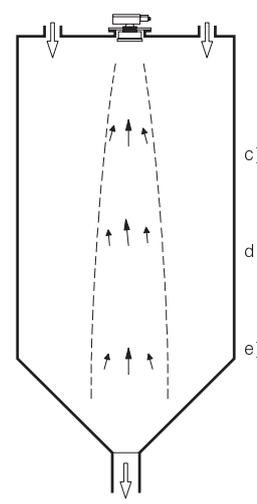
### Principes de base

- Diriger la sonde vers le centre du cône d'extraction afin d'obtenir un écho même lorsque le silo est vide.
- Éviter la mesure à travers la veine de produit.
- La surface lisse des produits à très faible granulométrie ou pulvérulents n'a en principe pas de propriétés de

réflexion diffuse, le son est réfléchi comme la lumière (angle d'incidence = angle de réflexion). C'est pourquoi le choix du lieu d'implantation est très important pour le bon fonctionnement de la mesure.



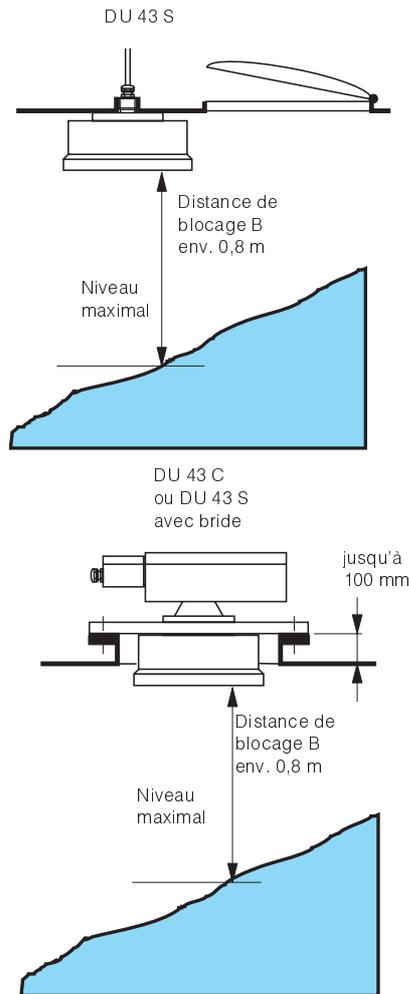
- A gauche :
- a) Montage correct  
Le plus éloigné de la paroi du silo et de l'entrée de la veine de produit. Le centre du cône d'extraction envoie un écho capté par la sonde même lorsque le silo est vide.
  - b) Montage incorrect  
1. Détection à travers la veine de produit  
2. Lorsque le silo est vide, l'écho est dévié vers la paroi, la sonde ne peut pas capter de signal utile.



- A droite :
- Point d'implantation dans le cas de produits pulvérulents.
- c) une dépression entre les cônes de remplissage génère un bon écho vers la sonde.
  - d) une surface légèrement inclinée avec un angle de talutage de max. 5° réfléchit suffisamment d'énergie acoustique en direction de la sonde.
  - e) Le centre du cône d'extraction génère un écho suffisamment puissant en direction de la sonde.

### Conseils de montage

- Choisir le point de telle sorte que le bord inférieur de la sonde se trouve en dessous du toit du silo. Ceci est possible lorsque le silo est rempli de manière à ce qu'il y ait un écart de min. 80 cm entre le niveau maximal et la sonde (distance de blocage).
- Pour un montage aisé, il est recommandé de prévoir le point d'implantation de la sonde DU 43 S à proximité d'un trou d'homme.



Exemples de montage pour silos *fermés*

en haut :  
Sonde (DU 43 S) immédiatement en dessous du couvercle, à côté d'un trou d'homme. Fixation avec un manchon fileté 1" ou un écrou

au milieu :  
Sonde avec bride sur un piquage court et contre-bride

en bas :  
Sonde avec bride directement sous le toit d'un silo en béton.

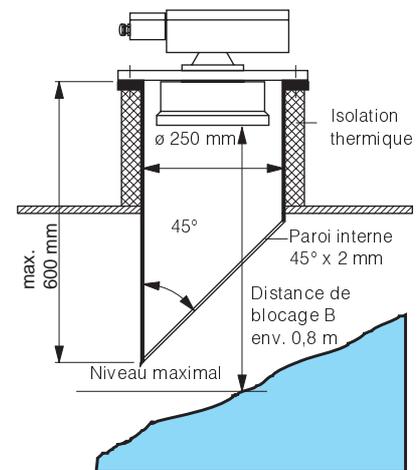
### Uniquement dans les cas exceptionnels :

#### montage de la sonde sur un piquage

Ne procéder à ce montage que si celui-ci est vraiment nécessaire.

Dans ce cas, tenir compte des points suivants :

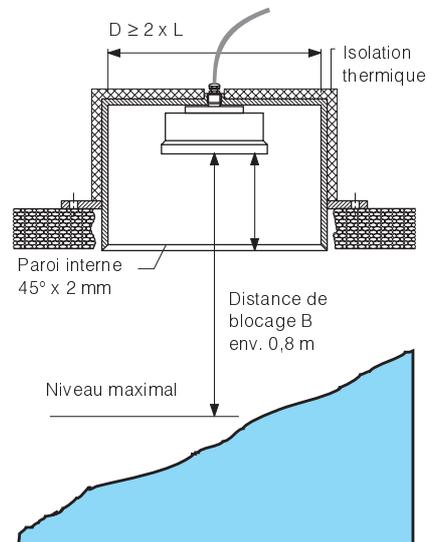
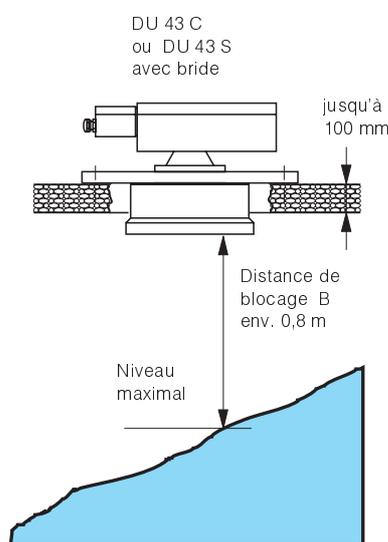
- Il ne doit se former ni condensation ni colmatage à l'intérieur du piquage.
- Le montage sur un piquage diminue la plage de mesure (voir les valeurs de réduction p. 3).
- Le colmatage dans le tube est proscrit.
- Sélectionner si possible un diamètre de tube important.
- La paroi interne doit être si possible lisse (pas de saillies, pas de soudures)
- Isoler le piquage lors d'un montage à l'extérieur.



en haut :  
piquage biseauté

Dans le cas des silos en plein air, il faut prévoir une protection climatique, sinon la température à l'intérieur du piquage risque d'être différente de celle dans le silo, ce qui risque de fausser la compensation de la durée de parcours du son.

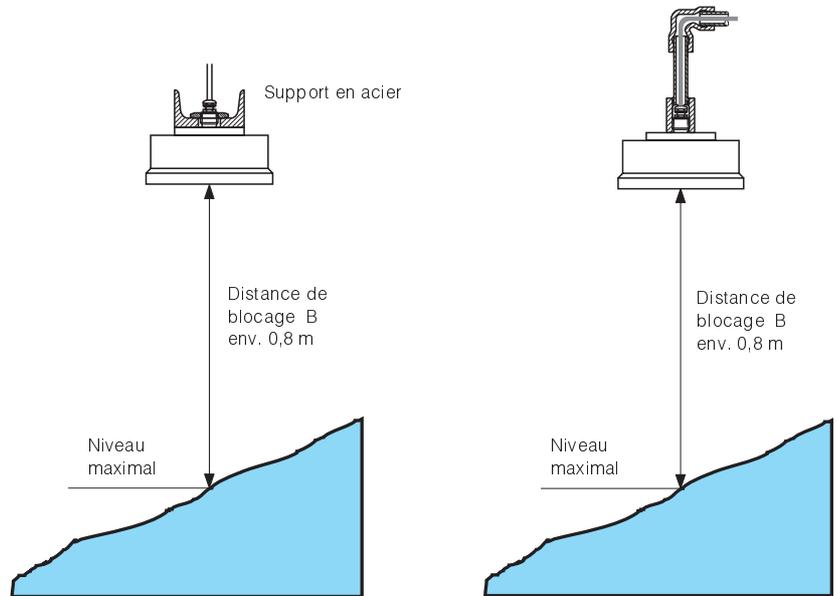
en bas :  
piquage droit, rapport diamètre D/longueur L = min. 2/1.



Exemples de montage dans un silo *ouvert*

A gauche : DU 43 S sur rails en U ou cornière

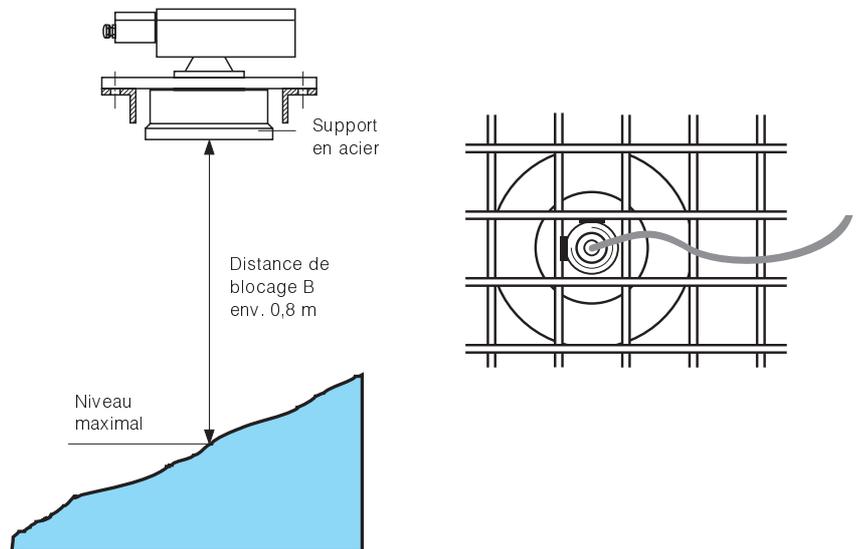
A droite : DU 43 S à l'extrémité d'un tube 1"



Exemples de montage dans un silo *fermé*

A gauche : DU 43 S ou DU 43 C monté avec bride sur deux cornières

A droite : DU 43 S monté sur un manchon 1" qui est soudé sur une grille (vue du haut).



## Montage



Lors du montage, protéger la membrane contre tout risque de détérioration.

Membrane avec couche de mousse

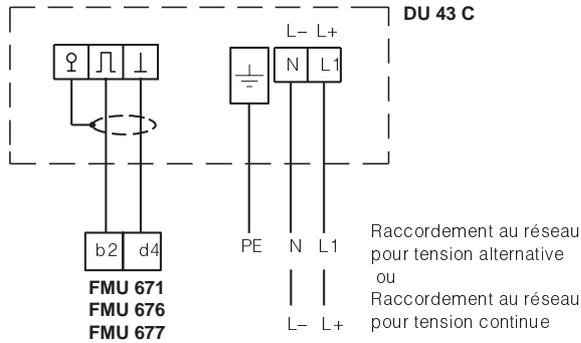
- La couche de mousse PE sur la membrane fait partie de l'ensemble de mesure. De ce fait, veiller à ne pas l'endommager lors du montage.
- Le câble de raccordement de la sonde ultrasonique DU 43 S n'est pas un câble autoporteur. De ce fait, ne pas l'utiliser pour le montage ou le transport.
- Pour Ex zone 10 : le câble de raccordement de la sonde ultrasonique doit être protégé. Tenir compte des directives nationales en vigueur.
- Pour un montage à l'extérieur, nous vous recommandons de prévoir un capot de protection anti-solaire.

# Raccordement électrique

## Plan de raccordement DU 43 C

Raccordement au réseau :

- Les bornes de raccordement sont prévues pour de sections de câble de 2,5 mm<sup>2</sup> max.
- Des fusibles spéciaux ne sont pas nécessaires puisque la sonde ultrasonique comporte déjà un fusible fin.



Raccordement de la sonde ultrasonique compacte DU 43 C au transmetteur Nivosonic FMU 67. et au réseau.

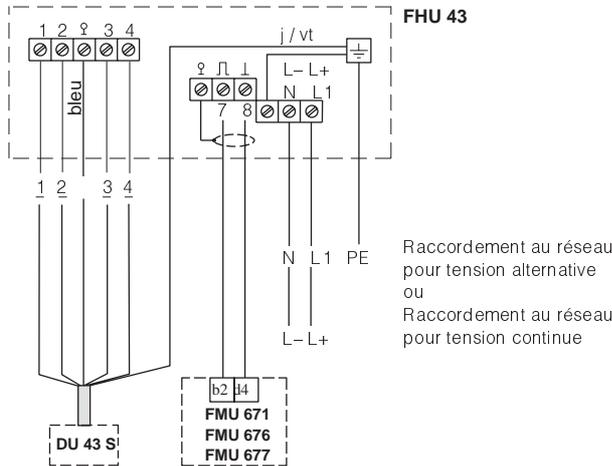
Raccordement DU 43 C au transmetteur Nivosonic FMU

- La liaison entre la sonde DU 43 C et le transmetteur Nivosonic FMU peut être réalisée avec un câble usuel à deux conducteurs ou par deux conducteurs d'un câble multibrin.
- Résistance max. 25 Ω par conducteur
- Longueur de câble max. 300 m
- En présence de champs magnétiques ou électriques puissants, nous conseillons d'utiliser un câble blindé et torsadé.  
Ne raccorder le blindage qu'à la DU 43 C !

## Plan de raccordement DU 43 S et FHU 43

Raccordement de la DU 43 S au FHU 43 :

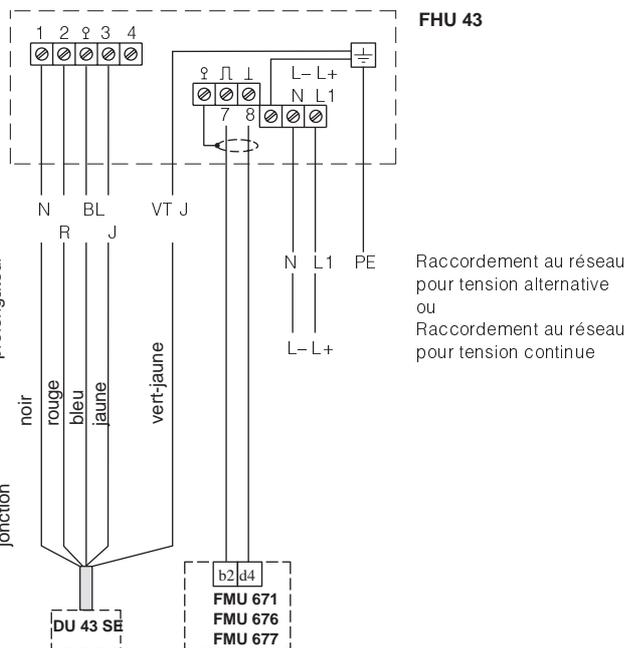
- La sonde ultrasonique comporte un câble blindé à 5 conducteurs (longueur standard 5 m).
- Si la distance entre l'électronique FHU 43 et la sonde ultrasonique DU 43 S est plus importante, on peut utiliser un câble de liaison de 100 m max. (câble blindé à 5 conducteurs résistance max. 10Ω par conducteur, max. 10 nF).  
A cet effet, il faut utiliser une boîte de jonction à 6 bornes.  
Attention ! toutes les bornes doivent être isolées de la terre.



Raccordement direct de la sonde ultrasonique version séparée DU 43 S à l'électronique FHU 43, au Nivosonic FMU 67. et au réseau.

Raccordement du secteur au FHU 43 :

- Les bornes de raccordement sont prévues pour des sections de câble de max. 2,5 mm<sup>2</sup>
- Des fusibles spéciaux ne sont pas nécessaires puisque l'électronique comporte déjà un fusible fin.



Raccordement de la sonde ultrasonique DU 43 S par câble prolongateur à l'électronique FHU 43, au Nivosonic FMU 67. et au réseau.

Raccordement de l'électronique FHU 43 au transmetteur Nivosonic FMU :

- La liaison entre l'électronique FHU 43 et le transmetteur Nivosonic FMU peut être réalisée avec un câble usuel à deux conducteurs ou par deux conducteurs d'un câble multibrin.
- Résistance max. 25 Ω par conducteur
- Longueur de câble max. 300 m
- En présence de champs magnétiques ou électriques puissants, nous conseillons d'utiliser un câble blindé et torsadé.  
Ne raccorder le blindage qu'à l'électronique FHU 43 !

# Caractéristiques techniques

## Variantes

- ① DU 43 C :  
Version compacte, avec fixation par bride
- ② DU 43 C : pour Ex zone 10 avec enveloppe en acier et bride plaquée acier
- ③ DU 43 S :  
Sonde sans électronique, avec fixation par bride ou manchon fileté
- ④ DU 43 S : pour Ex zone 10 avec enveloppe en acier
- ⑤ FHU 43 :  
Electronique sous boîtier séparé pour DU 43 S

## Dimensions

- Voir page 10
- Dimensions et normes des brides :  
DIN : DN 250, PN 16 selon DIN 2501, feuille 1  
ANSI : 10", 150 psi selon ANSI B 16.5  
JIS : 10 K 250 selon JIS B 2210, tableau 3-1 ("thick")
- Dimensions et normes des filetages :  
1" gaz (cylindrique) selon DIN ISO 228/I NPT 1" (conique) selon ANSI B 1.20.1

## Données de service

- Pression de service  $p_e$ : max. 0,5 bar
- Température de service dans le silo  
DU 43 C : -20 °C...+80 °C  
DU 43 S : -20 °C...+80 °C
- Température ambiante :  
DU 43 C: -20 °C...+60 °C  
FHU 43: -20 °C...+60 °C
- Humidité relative max. admissible dans le silo :  
100 % jusqu'à +60 °C  
95 % jusqu'à +80 °C
- Compensation de la durée de parcours des ultra-sons :  
avec thermorésistance au silicium montée derrière la membrane de la sonde
- Fréquence ultrasonique : env. 21 kHz
- Fréquence d'impulsion : env. 3 Hz
- Plage de mesure pour les solides en vrac : jusqu'à env. 25 m (pour très bonnes conditions de mesure)
- Distance de blocage B : env. 0,8 m en dessous de la membrane
- Consommation : env. 7 VA
- Variante pour raccordement tension continue
  - consommation : env 5,5 W
  - consommation moyenne de courant : 220 mA
  - courant pulsé max @ 800 mA

## Matériaux

- Boîtier de l'électronique : fonte d'aluminium (Al Si 12), avec traitement de surface
- Boîtier du transducteur situé dans le silo : PA, renforcé fibres de verre
- Bride : PPS
- Joint d'étanchéité entre le transducteur et la bride : EPDM
- Fixation du filetage sur la sonde DU 43 S : aluminium avec traitement de surface revêtu ou inox 304
- Membrane : 0,5 mm 316 Ti avec une couche de 4 mm de mousse PE à pores fermés du côté produit.
- Joint d'étanchéité de la membrane : EPDM
- Anneau-ressort (fixation de la membrane) : acier inox 316 Ti
- Enveloppe pour Ex zone 10 : inox 304
- Plaquage de bride pour Ex zone 10 : inox 304

## Accessoires

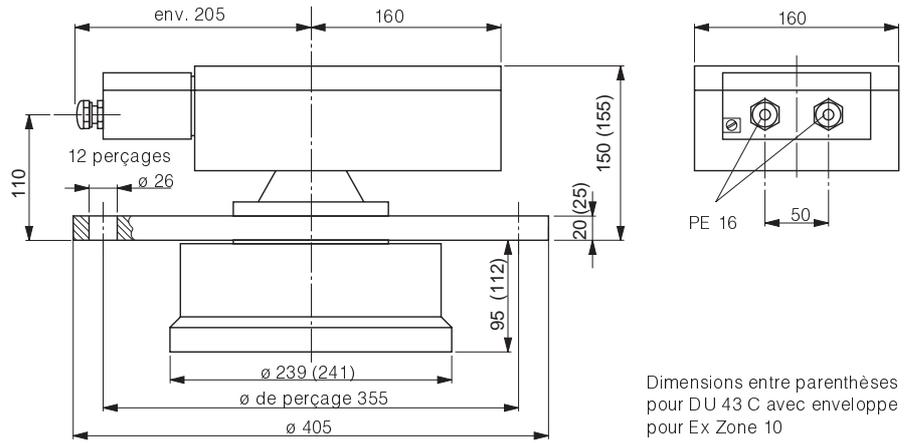
- Câble prolongateur pour DU 43 S :  
5 x 0,75 mm<sup>2</sup>, blindé, gaine PVC résistant aux graisses NYSLYCYÖ-JZ  
Longueur selon demande, max. 100 m

## Appareils pouvant être raccordés

- Nivosonic FMU 671  
Carte embrochable format Racksyst, largeur 7 F avec éléments de réglage pour l'étalonnage sur site, indicateur LCD digital pour l'affichage des valeurs mesurées et des paramètres introduits, signalisation de l'état des seuils.
- Nivosonic FMU 676  
Comme le FMU 671, mais pour le dialogue sur site avec un Comulog VU 260 ou pour le dialogue à distance avec calculateur via l'interface ZA 672. De ce fait, pas d'éléments de réglage, ni d'indicateur digital sur la plaque frontale.
- Multipoint FMU 677  
Carte embrochable Racksyst, largeur 7 F sans plaque frontale.  
Pour le dialogue sur site avec le terminal portable Commulog VU 260 ou pour le dialogue à distance avec calculateur via l'interface ZA 672. Avec DEL pour signalisation de l'état des seuils.  
Pour installations à partir de 10 points de mesure. Plusieurs appareils sont regroupés dans un rack, avec une plaque frontale commune pour former un ensemble de mesure ultrasonique.

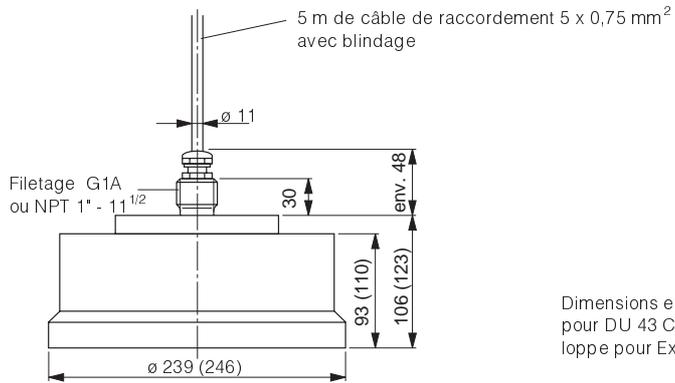
# Dimensions

Dimensions de la sonde ultrasonique DU 43 C (représentée avec une bride DIN DN 250, PN 16).



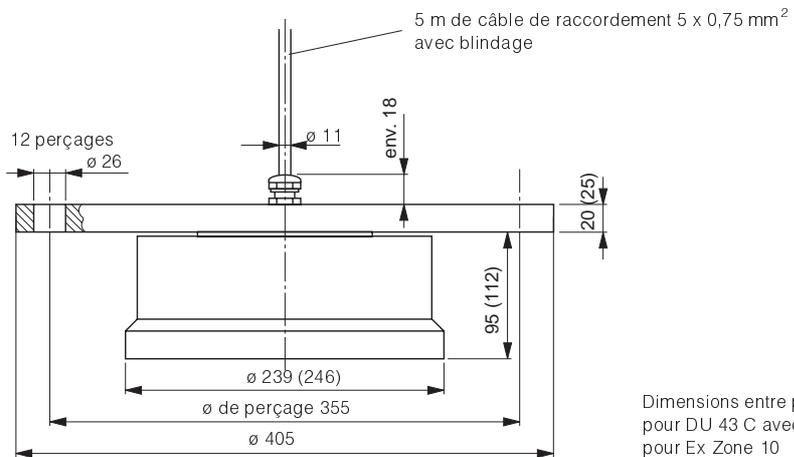
Dimensions entre parenthèses pour DU 43 C avec enveloppe pour Ex Zone 10

Dimensions de la sonde ultrasonique DU 43 S avec manchon fileté



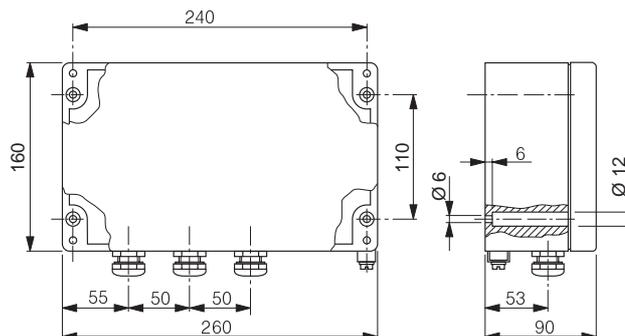
Dimensions entre parenthèses pour DU 43 C avec enveloppe pour Ex Zone 10

Dimensions de la sonde ultrasonique DU 43 S avec bride (représentée avec une bride DIN DN 250, PN 16).



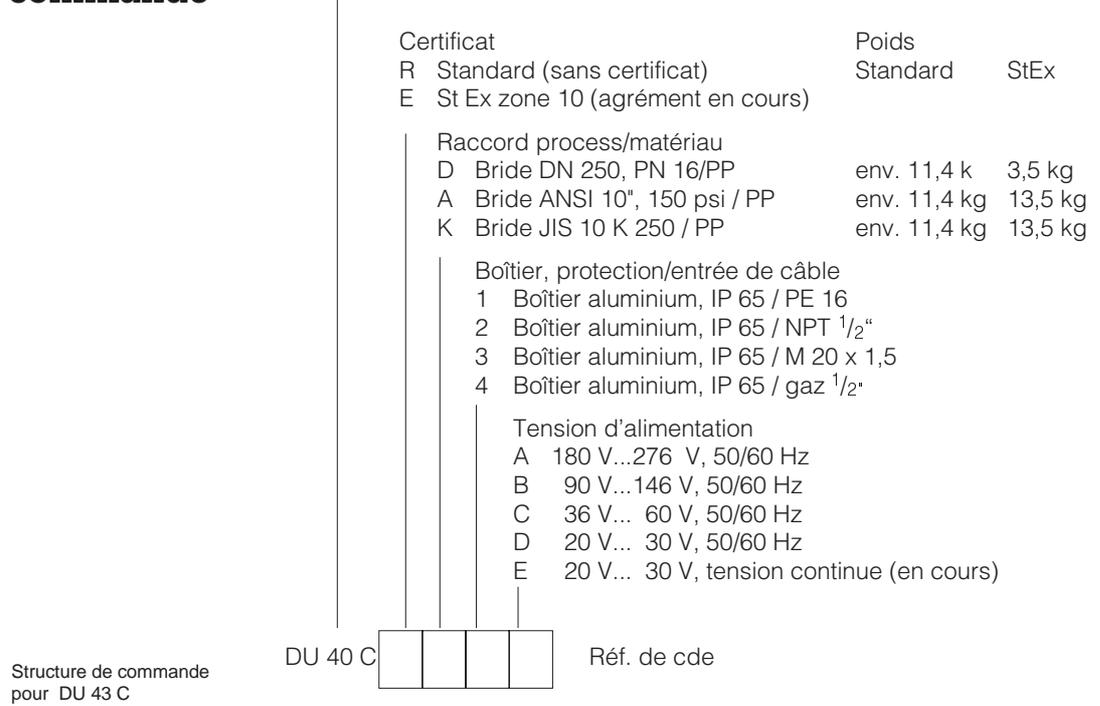
Dimensions entre parenthèses pour DU 43 C avec enveloppe pour Ex Zone 10

Dimensions de l'électronique dans un boîtier de protection FHU 43.

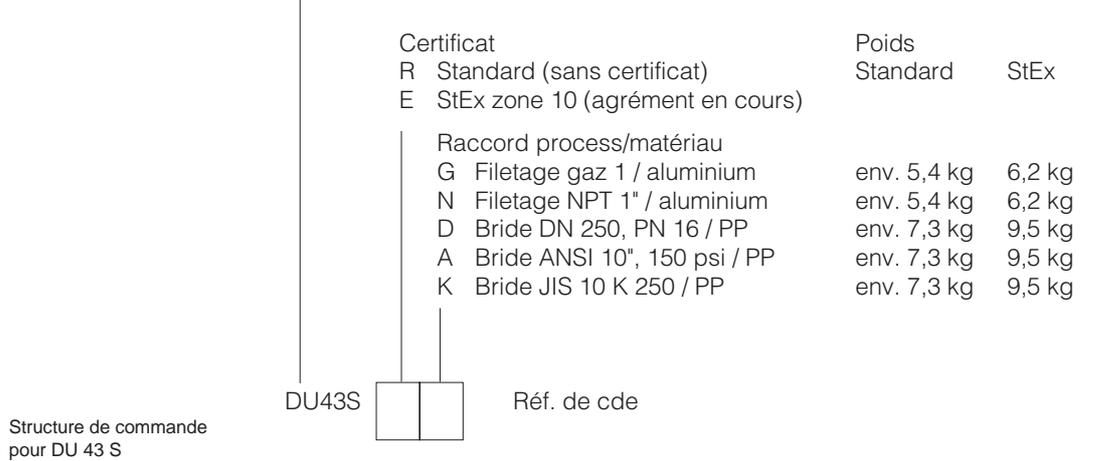


# Structure de commande

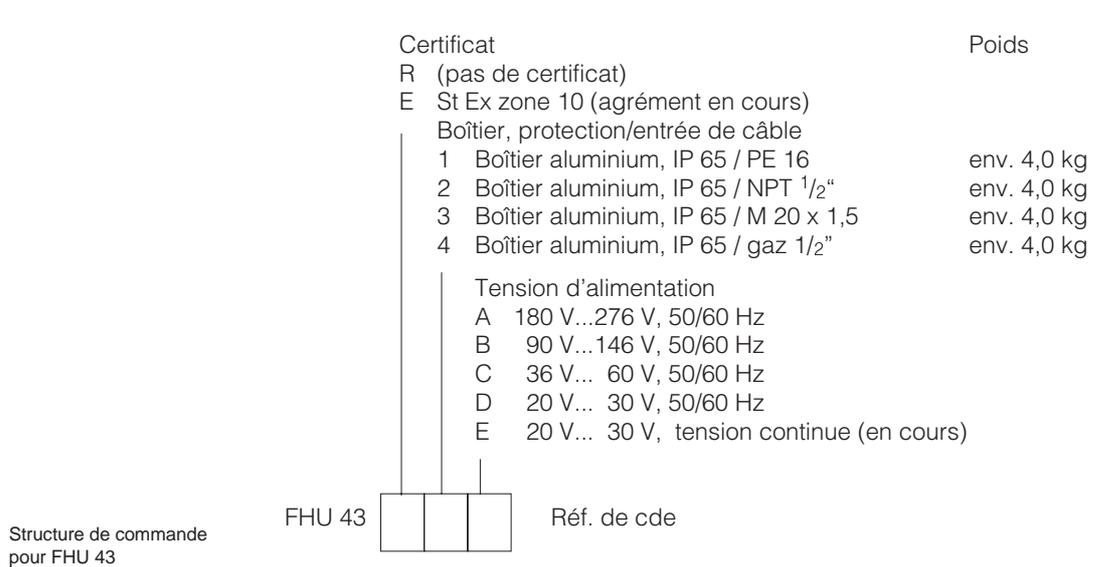
## DU 43 C, sonde ultrasonique compacte avec électronique intégrée



## DU 43 S, sonde sans électronique, protection IP 68 avec câble de raccordement, longueur standard 5 m (gaine externe en PVC, résistante aux huiles)



## FHU 43, Electronique en boîtier de protection pour DU 43 S



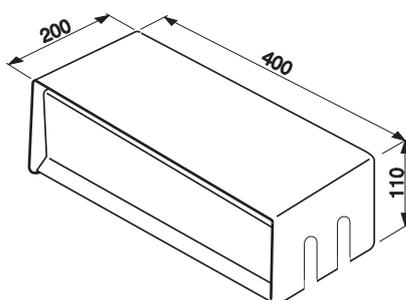
## Accessoires

Dispositif FAU 40  
pour DU 43 S



### Dispositif de montage

Dispositif FAU 40  
pour orientation de la sonde  
DU 43 S.  
Description détaillée  
voir TI 179F.00/00/f



### Capot de protection

pour sonde DU 43 C  
Matériau : PVC, gris clair  
Poids : 1,4 kg  
Réf. 919207-0000

## Documentation complémentaire

- Généralités sur la mesure de niveau sans contact avec le transmetteur Nivosonic  
Information Série SI 005.00/00/f
- Multipoint FMU 677  
Transmetteur pour le raccordement à la sonde ultrasonique DU 43  
Information Technique TI 086.00/00/f
- Nivosonic FMU 671, FMU 676  
Transmetteur pour le raccordement à la sonde ultrasonique DU 43  
Information Technique TI 062.00/00/f
- Sondes ultrasoniques DU 44 Z, DU 46 Z pour plages de mesure étendues  
Information Technique TI 066.00/00/f

### France

Siège et Usine  
3 rue du Rhin  
BP 150  
68331 Huningue Cdx  
Tél. 03 89 69 67 68  
Téléfax 03 89 69 48 02

Agence de Paris  
8 allée des Coquelicots  
BP 69  
94472 Boissy St Léger Cdx  
Tél. 01 45 10 33 00  
Téléfax 01 45 95 98 83

Agence du Sud-Est  
30 rue du 35ème  
Régiment d'Aviation  
Case 91  
69673 Bron Cdx  
Tél. 04 72 15 52 15  
Téléfax 04 72 37 25 01

### Canada

Endress+Hauser  
6800 Côte de Liesse  
Suite 100  
H4T 2A7  
St Laurent, Québec  
Tél. (514) 733-0254  
Téléfax (514) 733-2924

### Belgique/Luxembourg Suisse

Endress+Hauser SA  
13 rue Carli  
B-1140 Bruxelles  
Tél. (02) 248 06 00  
Téléfax (02) 248 05 53

Endress+Hauser AG  
Sternenhofstrasse 21  
CH-4153 Reinach /BL 1  
Tél. (061) 715 62 22  
Téléfax (061) 711 16 50

Agence du Sud-Ouest  
200 avenue du Médoc  
33320 Eysines  
Tél. 05 56 16 15 35  
Téléfax 05 56 28 31 17

Agence du Nord  
7 rue Christophe Colomb  
59700 Marcq en Baroeul  
Tél. 03 20 06 71 71  
Téléfax 03 20 06 68 88

Agence de l'Est  
3 rue du Rhin  
BP 150  
68331 Huningue Cdx  
Tél. 03 89 69 67 38  
Téléfax 03 89 67 90 74

Endress+Hauser  
1440 Graham's Lane  
Unit 1  
Burlington, Ontario  
Tél. (416) 681-9292  
Téléfax (416)681-9444

## Endress+Hauser

Le savoir-faire et l'expérience

