

2. ORGANES DEPRIMOGENES

2.1. PRINCIPE PHYSIQUE.

Il repose :

a) sur l'équation de continuité $Qv = V_1 S_1 = V_2 S_2$

Cette équation montre qu'une diminution de la section de passage (S) provoque une augmentation de la vitesse (V).

b) Sur l'équation de Bernoulli qui traduit la conservation de l'énergie. En considérant un écoulement isotherme adiabatique d'un fluide incompressible, l'équation de Bernoulli s'écrit :

$$1/2 mv^2 + P \frac{m}{\rho} + mgh = Cte$$

énergie cinétique énergie potentielle de pression énergie potentielle de position

ou sous forme de pression

$$\frac{\rho v^2}{2} + P + \rho gh = Cte$$

pression dynamique pression statique pression due à la hauteur

Appliquée à un organe déprimogène on obtient :

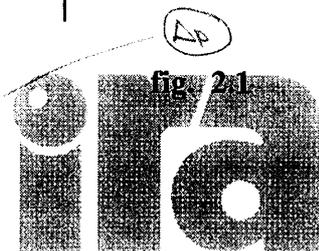
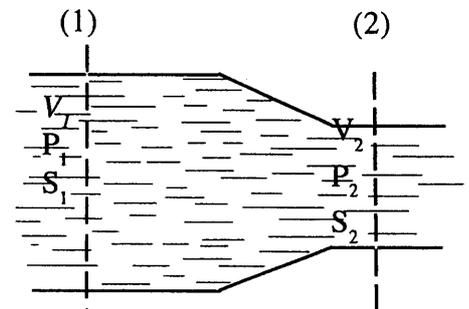
$$\frac{\rho v_1^2}{2} + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2$$

en introduisant l'équation de continuité

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 = Q$$

$$Q = S_2 \cdot \sqrt{\frac{2}{1 + \frac{S_2}{S_1}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta P}$$

soit $Qv = K \sqrt{\Delta P}$



I N S T I T U T

D E

R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N

I N S T I T U T

D E

R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N

2.2 DIAPHRAGME.

2.2.1 Constitution

Plaque percée en son centre d'un orifice circulaire calibré dont une arête est chanfreinée.

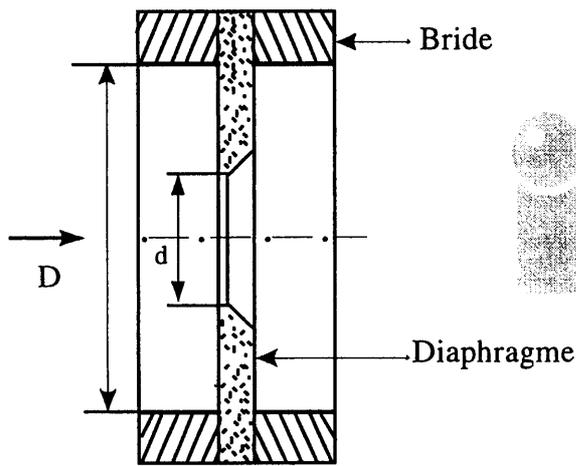


fig. 2.2

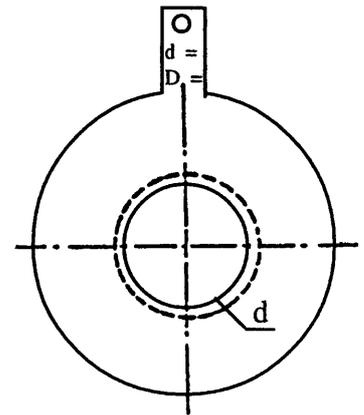


fig. 2.3

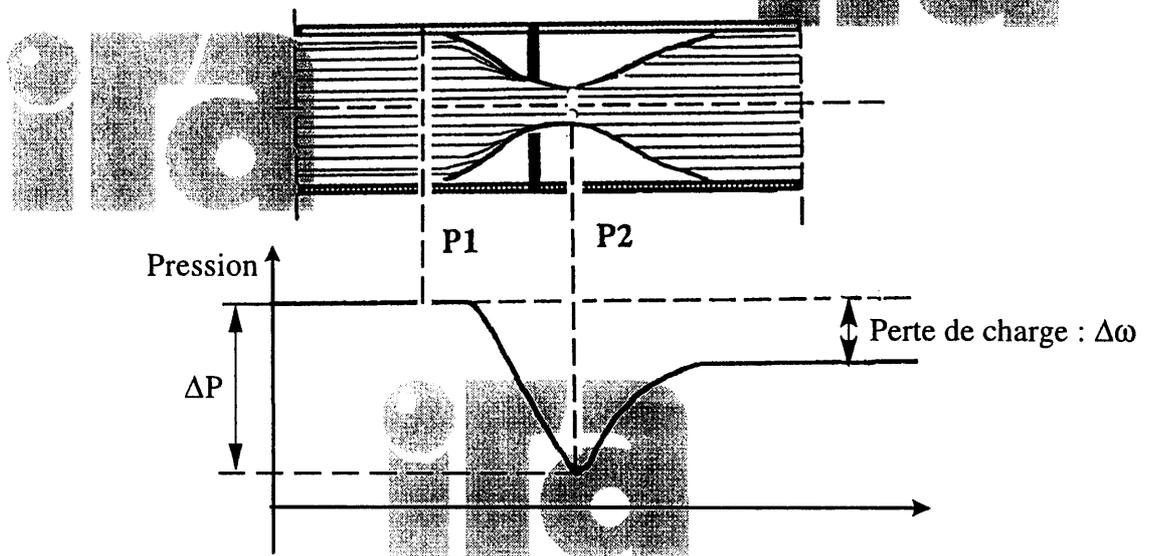


fig. 2.4

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

2.2.3 Relation débit/pression différentielle.

La relation générale est

$$Q_v = K \sqrt{\Delta P}$$

Si Q_v et ΔP sont exprimé en pour cent (%)

Déterminer la valeur de K si Q_v et ΔP sont exprimés en %

$$Q_v \% = K \sqrt{\Delta P \%}$$

$$100 \% = K \sqrt{100 \%}$$

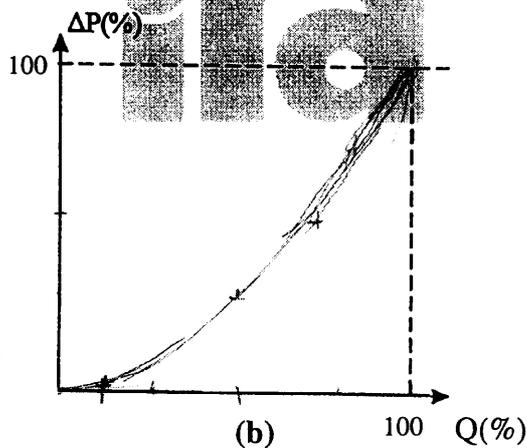
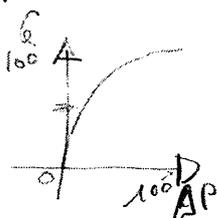
$$K = \frac{100}{\sqrt{100}} = 10$$

25
25
225
5335

ou travailler avec
100% dans 100%

Compléter le tableau ci-dessous, fig. 2.7(a)

- Tracer sommairement la courbe $\Delta P = f(Q)$
- Quelle conclusion en tirez-vous?



Q_v (%)	ΔP (%)
0	
10	
25	6,25
50	25
70,71	50
75	56,25
86,6	75
100	100

$$Q = 10 \sqrt{\Delta P}$$

$$\Delta P = \left(\frac{Q}{10}\right)^2$$

(a)

fig. 2.7

I N S T I T U T

D E

R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N

I N S T I T U T

D E

R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N

2.2.4 Exemple d'application

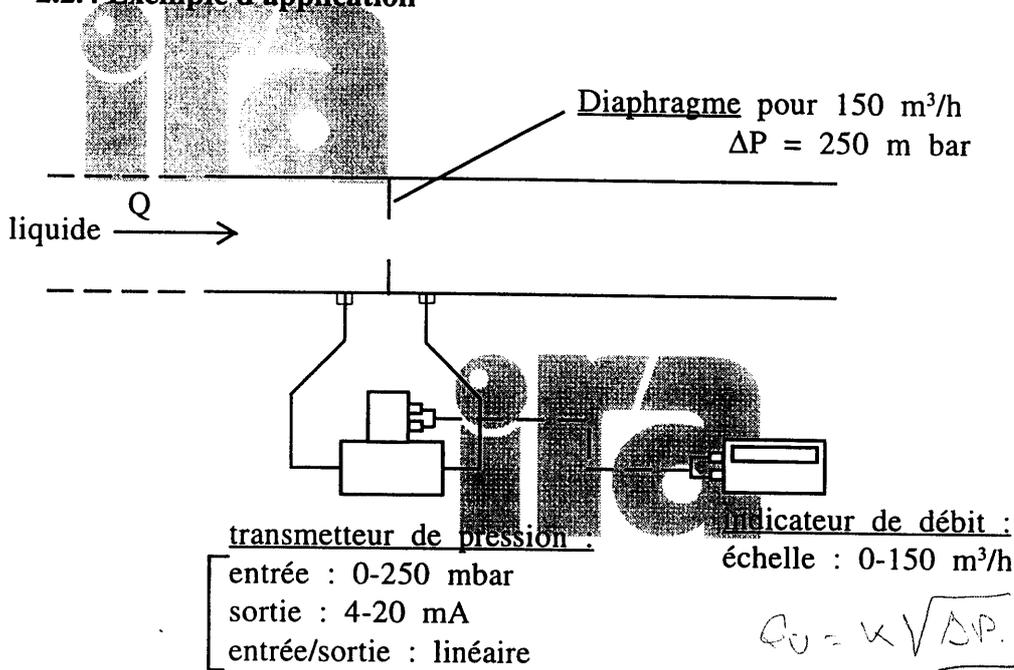


fig. 2.8

$Q_0 = k \sqrt{\Delta P}$

$150 = k \sqrt{250}$

$k = \frac{150}{\sqrt{250}} = \frac{150}{15.81} \approx 9.5$

QUESTIONS :

- Pour un débit de 37,5 m³/h calculer :
 - la différence de pression aux bornes du diaphragme (en mbar et en %)
 - l'intensité du signal de mesure (en mA et %) $\approx 5 \text{ mA}$
 - la valeur du débit affiché par l'indicateur (m³/h et %).

$\sqrt{\Delta P} = \frac{37.5}{9.5} \approx 3.95$

$\Delta P = 3.95^2 \times 250 \approx 387.5 \text{ mbar}$

$\frac{387.5}{250} = 1.55 \text{ (155%)}$

$I = \frac{4-20}{150} \times 37.5 \approx 5 \text{ mA}$

$\frac{37.5}{150} = 25\%$

- Faire le câblage de la chaîne de mesure en complétant le schéma ci-dessous

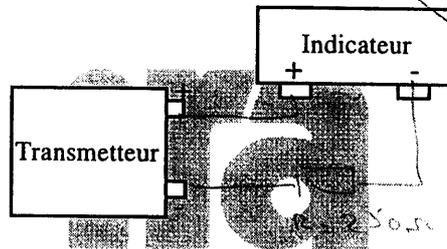


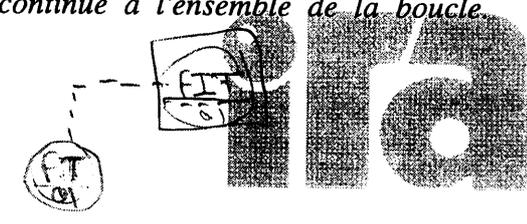
fig. 2.9

$\frac{1}{16} = \frac{250 - 0}{150}$

$16 \times 9.375 = 150$

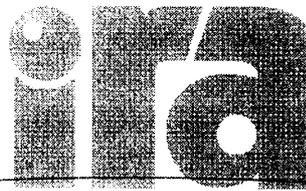
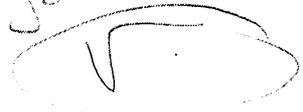
note : l'indicateur fournit l'alimentation continue à l'ensemble de la boucle

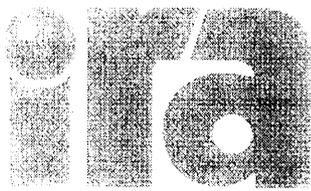
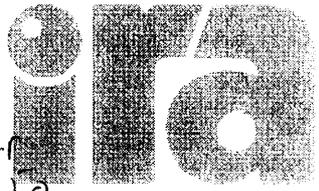
- Faire schéma TI.



Solution :


 e/d en fait c'est la rela θ entre
 $4.20 - A$ et le $250 - H$
 sur un organe de primogène
 il faut absolument le mettre

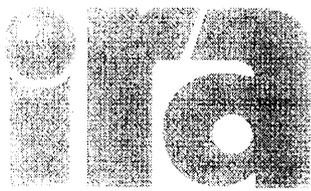
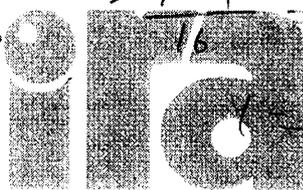
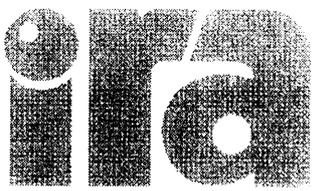

 en fait c'est


0	150
4	20

$$I = \frac{37,5}{150} \times 16 + 4$$

$$I = 8 - A$$

$0 - 250$
 $4 \rightarrow 20$
 $4 - 4$
 $37,5$
 $15,625$
 250
 $5 - A$

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

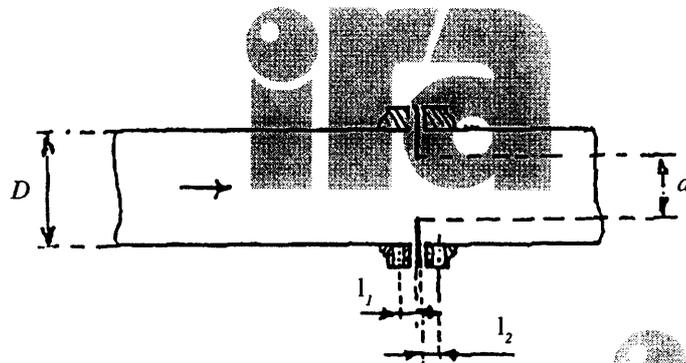
2.2.5 Différents types de prises de pression.

2.2.5.1 Prises de pression à la bride. (25-25)

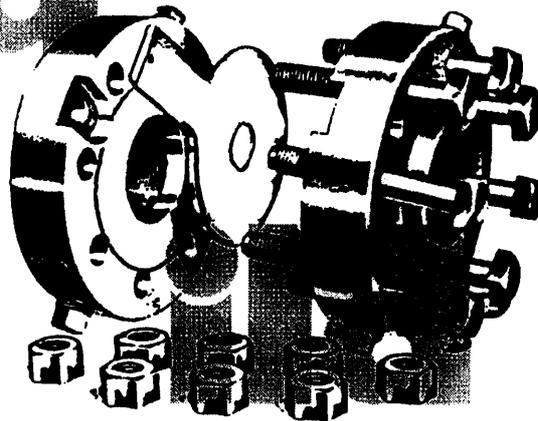
Les prises de pression sont situées à 25,4 mm du diaphragme :

$$L_1 = 25,4 \text{ mm}$$

$$L_2 = 25,4 \text{ mm}$$



(a)



(b)

fig. 2.10



I
N
S
T
I
T
U
T

 D
E

 R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

 E
T

 A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

I
N
S
T
I
T
U
T

 D
E

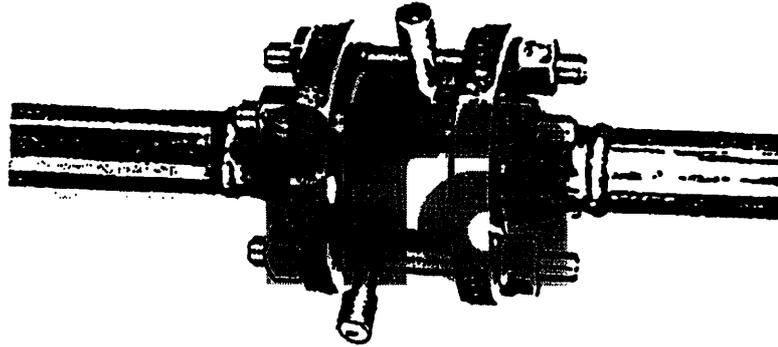
 R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

 E
T

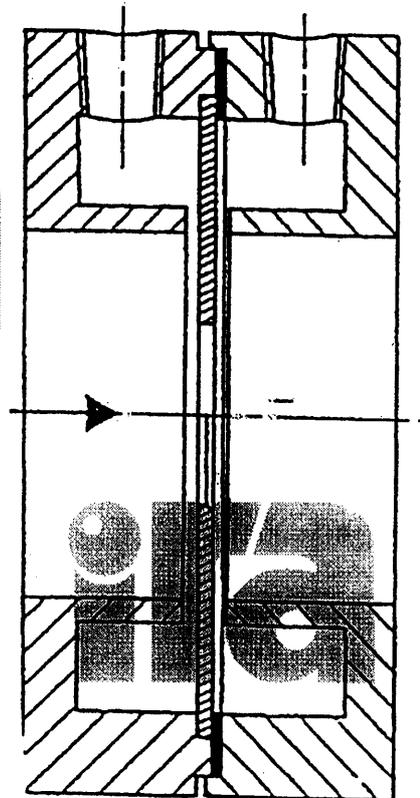
 A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

2.2.5.2 Prises de pression dans les angles (0-0)

La plaque est logée dans un porte diaphragme équipé de fente annulaire.



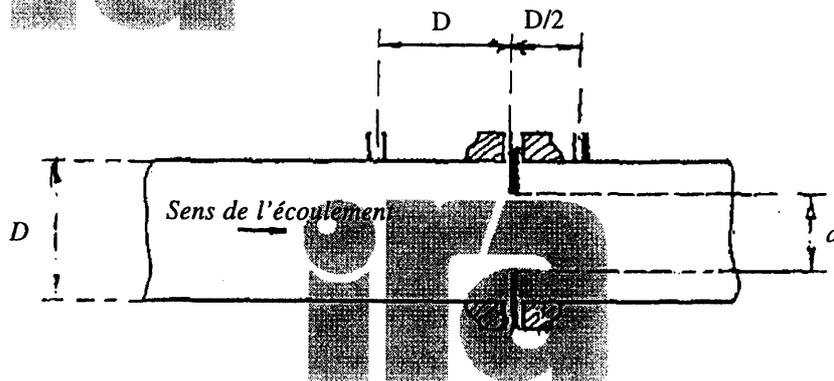
(a)



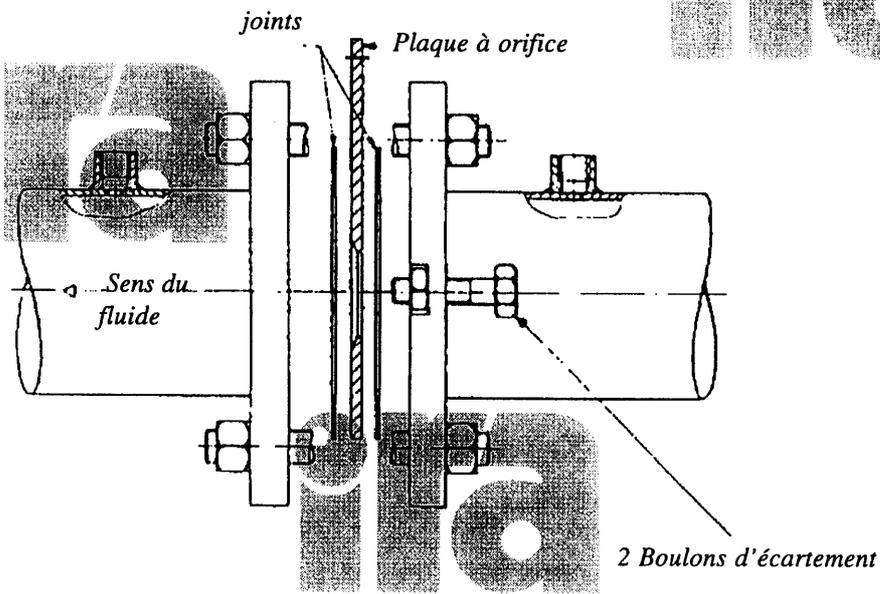
(b)

fig. 2.11

2.2.5.3 Prises de pression à D et D/2.



(a)



(b)

fig. 2.12

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

2.2.6 Limite d'emploi

Les diaphragmes des types normalisés ne doivent être utilisés conformément à la présente partie de l'ISO 5167 que dans les conditions suivantes :

Pour les diaphragmes avec prises de pression dans les angles :

$$d > 12,5 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} < D < 1\,000 \text{ mm}$$

$$0,2 < \beta < 0,75$$

$$Re_D > 5\,000 \quad \text{pour } 0,2 < \beta < 0,45$$

$$Re_D > 10\,000 \quad \text{pour } \beta > 0,45$$

$$\beta = \frac{d}{D}$$

Pour les diaphragmes avec prises de pression à la bords ou à D et D/2 :

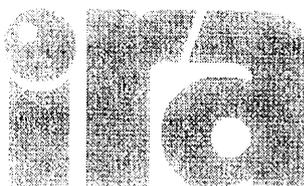
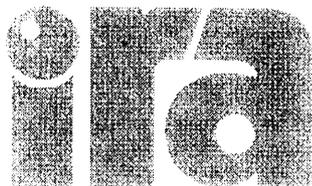
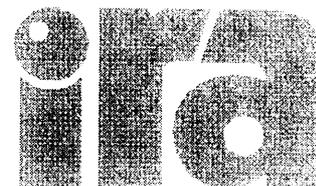
$$d > 12,5 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} < D < 1\,000 \text{ mm}$$

$$0,2 < \beta < 0,75$$

$$Re_D > 1\,260 \beta^2 D$$

où D est exprimé en millimètres.



ISO 5167 (91)



2.2.7 Longueurs droites requises pour les diaphragmes.

Il est nécessaire de prévoir une longueur minimale sans obstacle (longueur droite) en amont et en aval d'un diaphragme. Cette longueur est fonction du type d'obstacle et du rapport de diamètre $\left(\frac{d}{D} = \beta\right)$ du diaphragme. Elle s'exprime en multiple de D (diamètre intérieur de la tuyauterie). Ces longueurs sont données par une norme (ISO 5167) dont on donne un extrait ci-contre.

Rapport des diamètres β	En amont (entrée) de l'élément primaire				En aval (sortie) de l'élément primaire	
	1	2	3	4	5	n
0,25	10 (6)	12 (7)	14 (7)	34 (17)	4	(2)
0,30	10 (6)	12 (7)	14 (7)	34 (17)	4	(2)
0,35	10 (6)	12 (7)	14 (7)	34 (17)	5	(2,5)
0,40	12 (8)	14 (7)	16 (8)	38 (18)	5	(2,5)
0,45	14 (7)	16 (9)	18 (9)	38 (18)	6	(3)
0,50	14 (7)	18 (9)	20 (10)	40 (20)	6	(3)
0,55	16 (8)	20 (10)	22 (11)	44 (22)	6	(3)
0,60	18 (9)	22 (11)	24 (12)	48 (24)	7	(3,5)
0,65	22 (11)	24 (12)	26 (13)	54 (27)	7	(3,5)
0,70	28 (14)	30 (15)	32 (16)	62 (31)	7	(3,5)
0,75	36 (18)	38 (19)	40 (20)	70 (35)	8	(4)
0,80	46 (23)	48 (24)	50 (25)	80 (40)	8	(4)

Notes :

1. Les longueurs droites minimales nécessaires sont les longueurs entre divers accessoires situés en amont ou en aval de l'élément primaire et l'élément primaire lui-même. Toutes les longueurs droites doivent être mesurées à partir de la face amont de l'élément primaire.

fig. 2.13



I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

2.2.8 Montage du transmetteur de ΔP .

Le montage dépend de l'état du fluide.

Noter en regard des schéma ci-dessous et pages suivantes s'il s'agit d'un liquide, d'un gaz ou d'une vapeur.

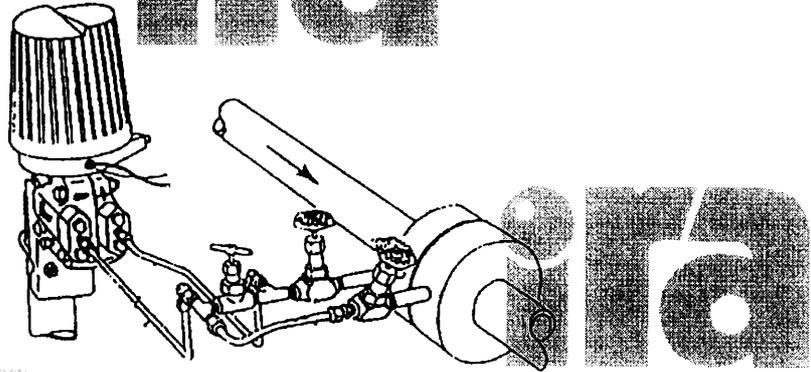


fig. 2.14

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

*Chaque
par obtenir
la même
pression - BP
KWP*

30 litres

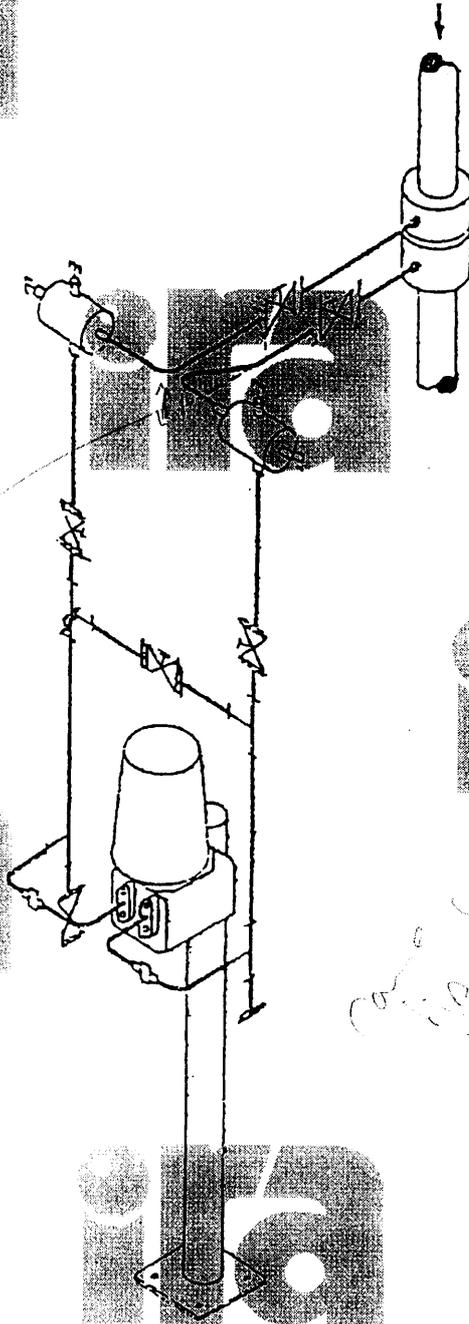


fig. 2.15

Compléter le schéma ci-dessous en positionnant les prises de pression dans le cas où c'est un gaz qui circule dans la tuyauterie.

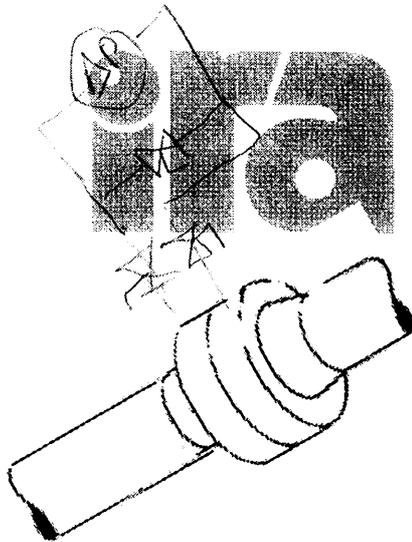


fig. 2.16

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

I
N
S
T
I
T
U
T

D
E

R
E
G
U
L
A
T
I
O
N

E
T

A
U
T
O
M
A
T
I
O
N

2.2.9 Mesure des débits gazeux. Correction en P et T.

Dans le cas d'un gaz la masse volumique (ρ) peut varier.
Le débit se exprime par la relation

$$Q_m = K \sqrt{\Delta P \cdot \rho}$$

En considérant que ρ est essentiellement fonction de la pression (P) et de la température (T) de service du gaz, on aboutit à la relation :

$$Q_m = K \sqrt{\Delta P \frac{P}{T}}$$

d'où la chaîne de mesure ci-contre :

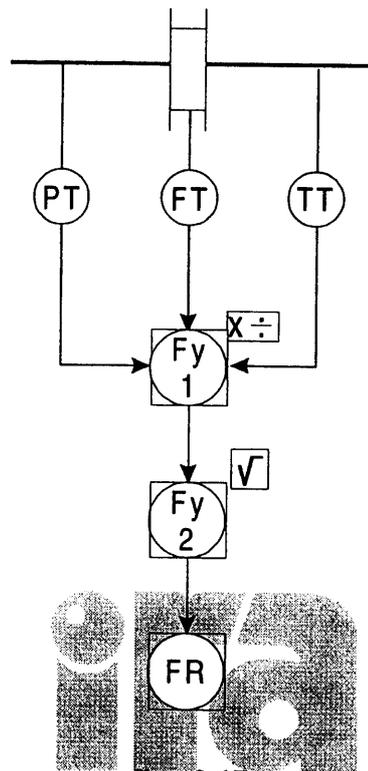
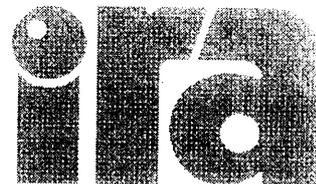


fig. 2.17

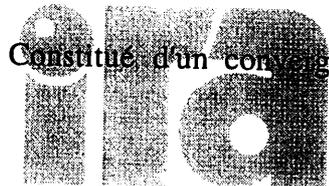
Donner ci-dessous la nature de chacun des instruments



I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

2.3 VENTURI.



Constitué d'un convergent, d'un col et d'un divergent.

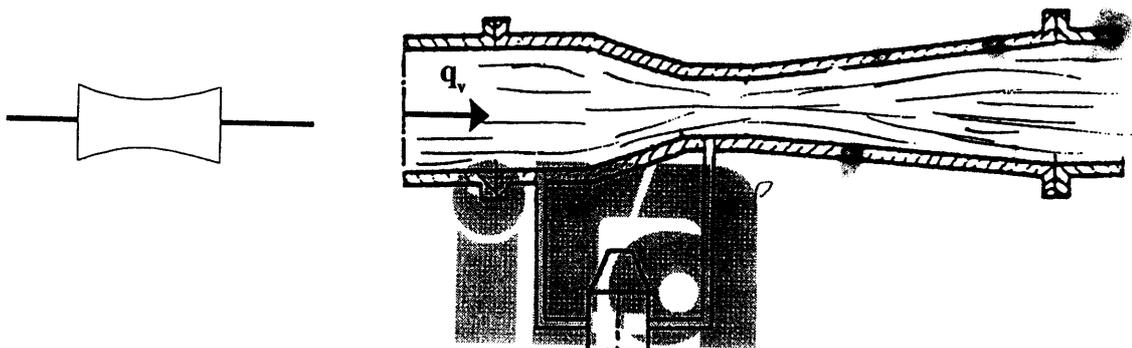
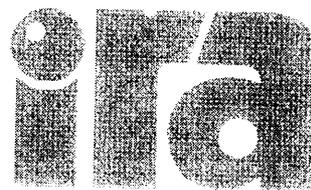


fig. 2.18

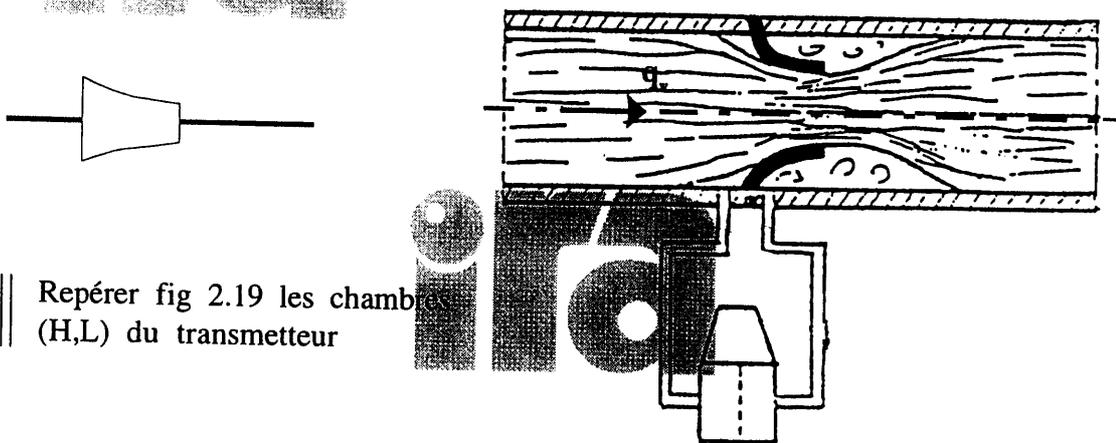
|| Repérer fig 2.18 les chambres (H,L) du transmetteur



2.4 TUYERE

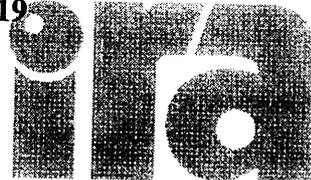


Convergent elliptique et col.



|| Repérer fig 2.19 les chambres (H,L) du transmetteur

fig. 2.19



I N S T I T U T

D E

R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N

I E

R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N

2.5 ORIFICE INTÉGRÉ.

2.5.1 Généralités.

Le transmetteur, équipé de l'ensemble de mesure, se monte directement sur la conduite dont on veut mesurer le débit.

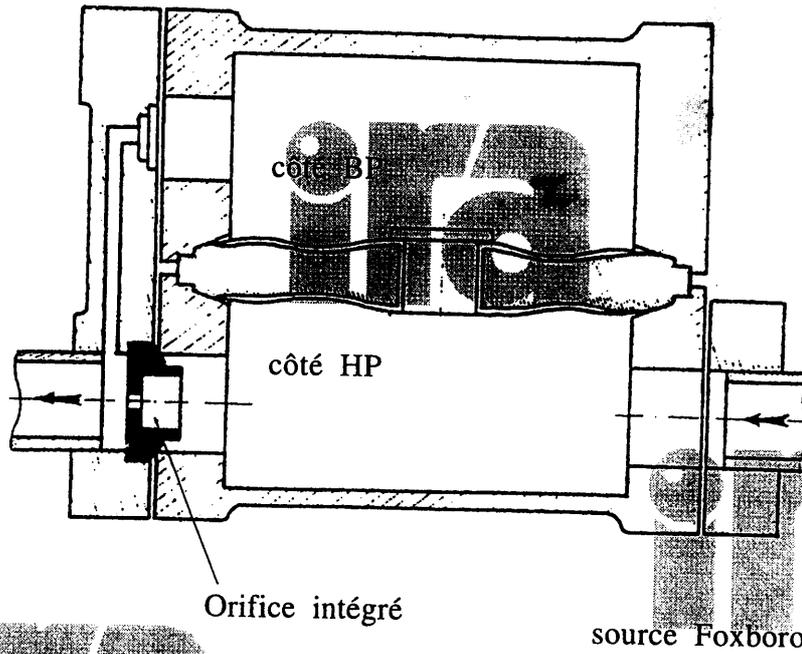


fig. 2.20

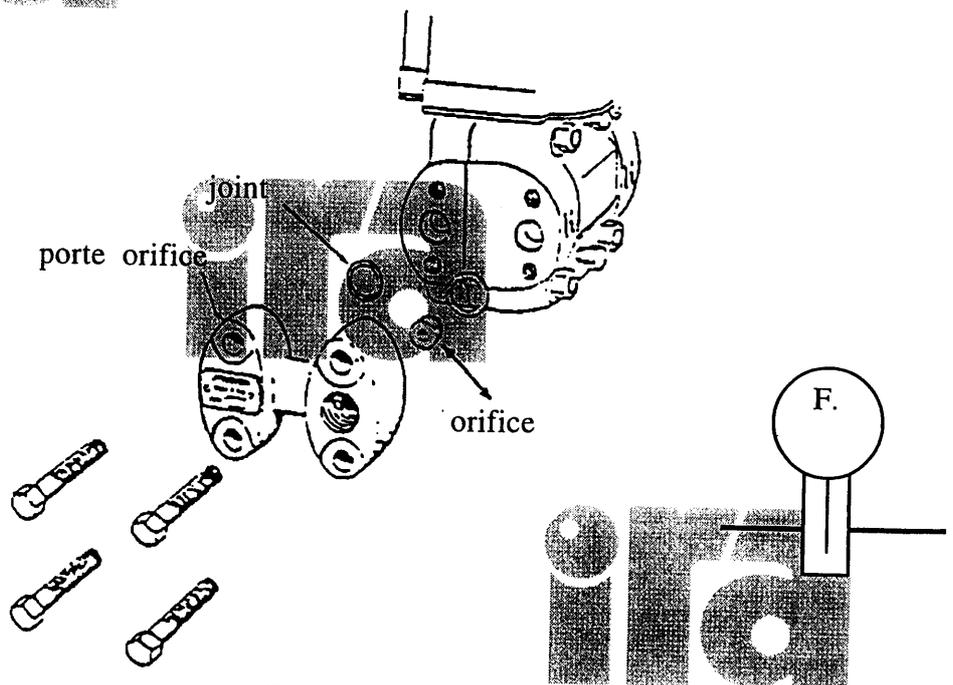


fig. 2.21

I N S T I T U T
D E
R E G U L A T I O N
E T
A U T O M A T I O N

I N S T I T U T
D E
R E G U L A T I O N
E T
A U T O M A T I O N