



**GAZ DE FRANCE**



# RÈGLE A CALCUL DES PERTES DE CHARGE DANS LES CANALISATIONS DE GAZ

**Modèle 1984**

**(Modèle de bureau référence 90 84 45)**

**calcul en basse pression**

**calcul en moyenne et haute pression**

**calcul des vitesses d'écoulement du gaz**

Cette règle établie d'après les directives de la Direction des Études et Techniques Nouvelles du Gaz de France applique les formules de Renouard simplifiées, valables pour un rapport débit/diamètre inférieur à 150 ( $Q$  en  $m^3 \cdot h^{-1}$  -  $D$  en mm)

en moyenne et haute pression :  $P_A^2 - P_B^2 = 48600 sLQ^{1.82} D^{-4.82} (P_A^2 - P_B^2 \text{ en bar}^2)$

en basse pression :  $\Delta P = P_A - P_B = 232 \cdot 10^5 sLQ^{1.82} D^{-4.82} (P \text{ en mbar})$

## 1 - PRÉSENTATION DE LA RÈGLE :

Celle-ci comporte 10 échelles.

On trouve en allant du bord du disque (cercle n° 1) vers le centre (cercle n° 8)

cercle n°	DÉSIGNATION	SYMBOLE	UNITÉ	ÉTENDUE	COULEUR
1	perte de charge en basse pression	$P_A - P_B$	mbar	0,05 - 50	rouge - fond blanc
1	pression absolue (calcul de perte de charge)	P	bar	1 - 100	noir - fond blanc
2	"perte de charge quadratique"	$P_A^2 - P_B^2$	bar <sup>2</sup>	0,0001 - 10 000	noir - fond blanc
3	longueur du tronçon	L	m · km	1 m - 1 000 km	noir - fond bleu
4	diamètre intérieur	D	mm	20 - 1 000	noir - fond bleu
5	débit "standard" (à 15°C, 1 bar)	Q	m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	5 - 100 000	noir - fond blanc
6	diamètre (calcul des vitesses)	D	mm	10 - 1 000	vert - fond bleu
7	pression absolue (calcul des vitesses)	P	bar	100 - 1	vert - fond bleu
8	vitesse d'écoulement	V	m.s <sup>-1</sup>	0,5 - 50	vert - fond blanc
8	logarithme de la pression absolue	log P		0,3 - 2	noir - fond blanc

## REMARQUES :

- les nombres de l'échelle des pressions (cercle 1 rouge) sont les racines carrées des nombres de l'échelle des pertes de charge quadratique (cercle 2).
- pour les nombres inférieurs à 1, les zéros avant la virgule ne figurent pas (exemple .05 signifie 0,05).
- la règle est établie pour un gaz de densité 0,5 par rapport à l'air (trait principal de l'alidade) pour les autres valeurs, utiliser les traits partiels de l'alidade.

## CHOIX DE s :

s est une "densité fictive", densité réelle corrigée de l'influence de la viscosité.  
Valeurs à utiliser :

gaz naturel de Groningue (gaz B)  $s = 0,59$

gaz naturel de Lacq (gaz H)  $s = 0,54$ . On utilisera, a priori, cette valeur pour tout gaz naturel dont on ne connaît pas les caractéristiques exactes.

air propané 6,5  $s = 1$  ; air propané 13,5  $s = 1,1$  ; propane commercial  $s = 1,16$



## 2 - EXEMPLES DE CALCUL :

### 2.1 - CALCULS EN BASSE PRESSION.

#### Exemple A : choix d'un diamètre.

données  $Q = 100 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$   
 $L = 150 \text{ m}$   
 $s = 0,6$

$\Delta P$  admissible ou  $(P_A - P_B) = 3 \text{ mbar}$

- Placer le trait partiel 0,6 de l'alidade sur  $P_A - P_B$  3 mbar (échelle rouge).
- Déplacer le disque mobile pour amener  $L = 150$  sous le trait principal de l'alidade.
- en face de  $Q = 100$  lire  $D$  (échelle noire) interpolé entre 90 et 100 soit **93 mm** environ. Choisir  $D$  du commerce le plus proche.

#### Exemple B : calcul d'une perte de charge.

données  $Q = 200 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$   
 $D = 150 \text{ mm}$   
 $L = 500 \text{ m}$   
 $s = 0,4$

- Déplacer le disque mobile pour amener  $Q = 200$  en face de  $D$  (échelle noire) = 150
- Placer le trait principal de l'alidade sur  $L = 500$
- en face du trait partiel de l'alidade  $s = 0,4$  lire  $\Delta P$  ou  $(P_A - P_B) = \mathbf{2,3 \text{ mbar}}$  (échelle rouge).

#### Exemple C : débit admissible.

données  $D = 80 \text{ mm}$   
 $L = 300 \text{ m}$   
 $s = 0,54$  (gaz H ou Lacq)

$\Delta P$  ou  $(P_A - P_B) = 2 \text{ mbar}$

- Placer le trait partiel de l'alidade  $s = 0,54$  en face de  $P_A - P_B = 2$  (échelle rouge)
- déplacer le disque mobile pour amener  $L = 300$  sous le trait principal de l'alidade.
- en face de  $D$  (échelle noire) = 80 lire  $Q = \mathbf{39 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}}$

#### Exemple D : détermination de la longueur maximale (exceptionnel)

données  $D = 41 \text{ mm}$   
 $Q = 12 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$   
 $s = 0,54$  (gaz H ou Lacq)

$\Delta P$  ou  $(P_A - P_B) = 0,3 \text{ mbar}$

- déplacer le disque mobile pour amener  $Q = 12$  en face de  $D = 41$  (sur échelle noire)
- placer le trait partiel de l'alidade  $s = 0,54$  sur  $P_A - P_B = 0,3$  (échelle rouge)
- sous le trait principal de l'alidade on lit  $L = \mathbf{15,5 \text{ m}}$

### 2.2 - CALCULS EN HAUTE PRESSION

En haute pression, la règle ne donne pas directement la perte de charge  $\Delta P = P_A - P_B$  mais elle fournit  $P_A^2 - P_B^2$



### Exemple E : choix d'un diamètre

Données  $Q = 45\ 000\ \text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$

$L = 25\ \text{km}$

$s = 0,6$

$P_A$  (amont) = 16 bar eff. + 1 = 17 bar abs.

$P_B$  (aval) = 10 bar eff. + 1 = 11 bar abs.

– A l'aide de l'alidade, lire sur l'échelle  $P_A^2 - P_B^2$  les carrés des pressions absolues  $P$  lues sur l'échelle des pressions (cercle le plus externe, noir) :

pour  $P_A = 17$        $P_A^2 = 289$

pour  $P_B = 11$        $P_B^2 = 121$

d'où :  $P_A^2 - P_B^2 = 289 - 121 = 168$

– Placer le trait partiel de l'alidade  $s = 0,6$  sur  $P_A^2 - P_B^2 = 168$

– Amener  $L = 25\ \text{km}$  en face du trait principal de l'alidade.

– En face de  $Q = 45\ 000$  on lit  **$D = 325\ \text{mm}$**  ( $D$  sur l'échelle noire)

### Exemple F : calcul d'une longueur

Données  $Q = 35\ 000\ \text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$

$D = 250\ \text{mm}$

$s = 0,6$

$P_A$  (amont) = 24 bar eff. + 1 = 25 bar abs.

$P_B$  (aval) = 14 bar eff. + 1 = 15 bar abs.

– Comme dans l'exemple E, calculer  $P_A^2 - P_B^2 = 25^2 - 15^2 = 625 - 225 = 400$

– Déplacer le disque mobile pour mettre  $D$  (échelle noire) = 250 en face de  $Q = 35\ 000$

– Amener le trait partiel de l'alidade ( $s = 0,6$ ) sur  $P_A^2 - P_B^2 = 400$

– Sous le trait principal de l'alidade lire  **$L = 26,5\ \text{km}$**

### Exemple G : calcul du débit admissible.

Données  $L = 60\ \text{km}$

$D = 175\ \text{mm}$

$P_A$  (amont) = 49 bar eff. + 1 = 50 bar abs.

$P_B$  (aval) = 19 bar eff. + 1 = 20 bar abs.

$s = 0,5$

– Comme dans l'exemple E, calculer  $P_A^2 - P_B^2 = 50^2 - 20^2 = 2500 - 400 = 2100$

– Placer le trait principal de l'alidade ( $s = 0,5$ ) sur  $P_A^2 - P_B^2 = 2100$  (1)

– Amener  $L = 60\ \text{km}$  sous le trait principal de l'alidade

– en face de  $D = 175$  (échelle noire) lire  **$Q = 23\ 800\ \text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$**

(1) Pour un autre gaz, placer le trait partiel correspondant de l'alidade en face la valeur de  $P_A^2 - P_B^2$

### Exemple H : calcul d'une perte de charge ou de la pression à l'amont ou l'aval.

Données  $Q = 1\ 000\ \text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$

$L = 10\ \text{km}$

$D = 100\ \text{mm}$

$s = 0,6$

– Déplacer le disque mobile pour amener  $D = 100$  (échelle noire) en face de  $Q = 1\ 000$



- Placer le trait principal de l'alidade sur  $L = 10 \text{ km}$
- Sous le trait partiel de l'alidade  $s = 0,6$  on lit  $P_A^2 - P_B^2 = 19,3$

A ce stade, connaissant la pression à l'amont, on peut calculer la pression à l'aval du tronçon, ou le contraire. Par exemple, si on a la pression à l'aval  $P_B = 1,5 \text{ bar eff.} + 1 = 2,5 \text{ bar abs.}$ , on calculera la pression à l'amont comme suit :

- En face de 2,5 (échelle P, noire, sur le cercle le plus externe)  $P_A^2 - P_B^2$  soit 6,25

$$\begin{aligned} \text{Faire } P_A^2 &= P_B^2 + (P_A^2 - P_B^2) \\ &= 6,25 + 19,3 = 25,55 \end{aligned}$$

- En face de  $P_A^2 = 25,55$  lu sur l'échelle  $P_A^2 - P_B^2$  on lit sur l'échelle P (cercle le plus externe, noir)  $P_A = 5,05$  la pression effective à l'amont est :

$$P_A \text{ eff.} = 5,05 - 1 = 4,05 \text{ bar eff.}$$

- On peut lire simultanément sur l'échelle log P (cercle le plus central, noir) :  $\log P_A = 0,703$

### 2.3 - CALCUL DE LA VITESSE D'ÉCOULEMENT DU GAZ DANS UNE CANALISATION.

Données  $Q = 60\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

$D = 250 \text{ mm}$

$P \text{ eff.} = 16 \text{ bar}$

$P \text{ absolue} = P \text{ eff.} + P \text{ atm.} = 16 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 17 \text{ bar abs.}$

- Utiliser pour D, P et V les échelles graduées en vert
- Amener  $D = 250$  (échelle verte) en face de  $Q = 60\,000$
- Placer le trait principal de l'alidade sur  $P = 17$  (échelle verte)
- Lire sur l'échelle des vitesses (cercle le plus central, vert) sous le trait principal de l'alidade.  $V = 19,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

## 3 - UTILISATION EN RÈGLE A CALCUL NORMALE.

Les échelles  $P_A^2 - P_B^2$  du disque fixe et L du disque mobile permettent d'effectuer les multiplications et divisions comme sur une règle à calcul courante, les modules de ces 2 échelles étant identiques.

## 4 - REMARQUES.

Dans le cas du gaz naturel en haute pression, on peut tenir compte pour les calculs précis de la compressibilité du gaz naturel, supérieure à celle des gaz parfaits.

$P_A^2 - P_B^2$  doit être multiplié par le coefficient  $(1 - \frac{P_m}{500})$  où  $P_m$  est la pression moyenne dans le tronçon de canalisation.

En toute rigueur,  $P_m = \frac{2 P_A^3 - P_B^3}{3 P_A^2 - P_B^2}$  mais on peut utiliser la valeur approchée de :

$$P_m = \frac{P_A + P_B}{2}$$

Ainsi, dans le calcul d'un diamètre en haute pression (exemple E) la correction de compressibilité donnera  $D = 327 \text{ mm}$  au lieu de 325.

Dans la détermination d'une longueur admissible (exemple F), la correction donnera 25,6 km au lieu de 26,5 km.

Le plus souvent, on se dispensera d'effectuer cette correction.