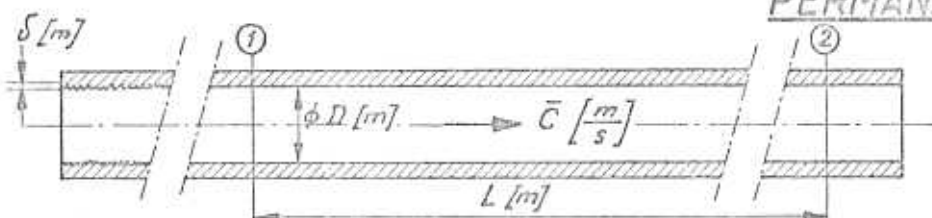


PERTES DE CHARGE DANS LES CONDUITES EN REGIME

PERMANENT ET UNIFORME



Energie massique de frottement : $r_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\bar{c}^2}{2} \quad \left[\frac{J}{kg} \right]$

Perte de charge ou de pression : $\Delta P_f = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\bar{c}^2}{2} \quad \left[\frac{N}{m^2} \right]$

Loi de Blasius

$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{1/4}} \quad 4000 \leq Re \leq 10^5$

Valeur de δ

- Rappel:
 Viscosité cinématique : $\nu \left[\frac{m^2}{s} \right]$
 Masse volumique : $\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]$
 Nombre de Reynolds : $Re = \frac{\bar{c} \cdot D}{\nu}$
 Rugosité relative moyenne : $\frac{\delta}{D}$

MATIERE	ETAT DU TUBE	δ [m]
Tube étiré: verre, cuivre, laiton, bronze, aluminium, matières plastiques	neuf	$\sim 0 - 0,0015 \cdot 10^{-3}$
Tube étiré acier	neuf	$0,01 - 0,05 \cdot 10^{-3}$
Tube acier coulé	neuf rouillé: faibles piqûres rouillé: fortes piqûres	$0,05 - 0,1 \cdot 10^{-3}$ $0,15 - 0,2 \cdot 10^{-3}$ $> 0,3 \cdot 10^{-3}$
Tube acier galvanisé	neuf	$0,12 - 0,15 \cdot 10^{-3}$
Tube fonte centrifugée	neuf: avec revêt. int. ciment ou bitume neuf: sans revêt. int. rouillé	$\sim 0,12 \cdot 10^{-3}$ $\sim 0,25 \cdot 10^{-3}$ $1,5 - 3 \cdot 10^{-3}$
Tuyau béton	neuf: béton vibré lissé neuf: béton vibré brut neuf: béton brut	$\sim 0,15 \cdot 10^{-3}$ $0,3 - 0,8 \cdot 10^{-3}$ $1 - 2 \cdot 10^{-3}$
Tuyau ciment-amiante (Eternit)	neuf	$\sim 0,1 \cdot 10^{-3}$

Chiffre de perte de charge λ en fonction de Re avec $\frac{\delta}{D}$ comme paramètre

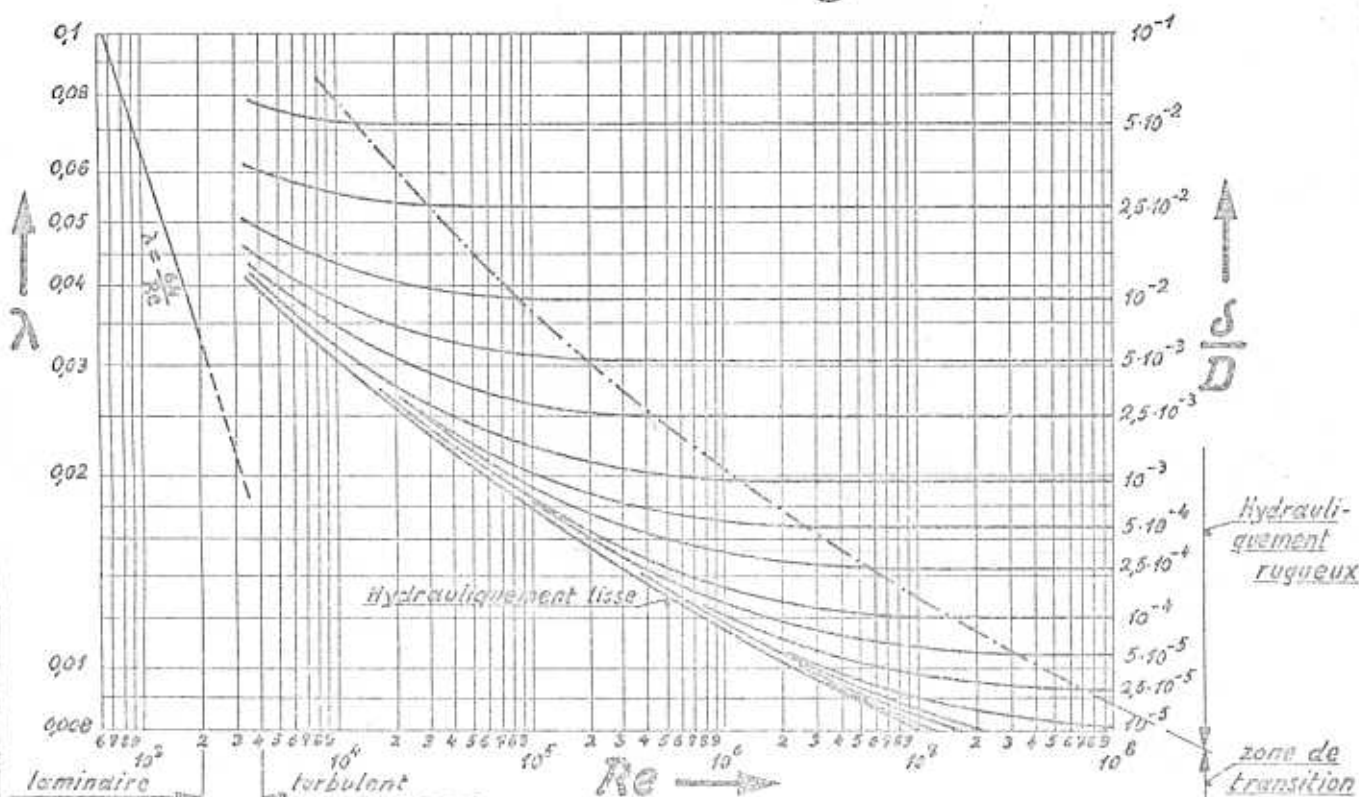


TABLEAU 2.1

Groupe	Types de tuyaux et de matériaux	Etat de la surface des tuyaux et conditions d'exploitation	Δ , mm	Référence à l'original
		5. Avec quatre rangées transversales et six rangées longitudinales de rivets ; joints intérieurement recouverts	4,0	[Réf. 2.61]
		6. Surface des tuyaux en très mauvais état ; recouvrement non uniforme des joints	$\geq 5,0$	[Réf. 2.61]
V	Acier pour toiture	1. Non traité à l'huile	0,02 – 0,04	[Réf. 2.43]
		2. Traité à l'huile	0,10 – 0,15	[Réf. 2.43]
VI	Tuyaux en acier galvanisé	1. Neufs, galvanisation propre	0,07 – 0,10	[Réf. 2.68]
		2. Galvanisation ordinaire	0,1 – 0,15	[Réf. 2.68]
VII	Tuyaux en tôle galvanisée	1. Neufs	0,15	[Réf. 2.63]
		2. Depuis longtemps en service avec de l'eau	0,18	[Réf. 2.58]
VIII	Tuyaux en fonte	1. Neufs	0,25 – 1,0	[Réf. 2.58]
		2. Neufs, revêtus de bitume	0,10 – 0,15	[Réf. 2.68]
		3. Asphaltés	0,12 – 0,30	[Réf. 2.63]
		4. Tuyauteries d'eau, depuis longtemps en service	1,4	[Réf. 2.53]
		5. Depuis longtemps en service, corrodés	1,0 – 1,5	[Réf. 2.68]
		6. Avec dépôts	1,0 – 1,5	[Réf. 2.63, 2.68]
		7. Dépôts importants	2,0 – 4,0	[Réf. 2.65, 2.68]
		8. Nettoyés après plusieurs années de service	0,3 – 1,5	[Réf. 2.68]
		9. Fortement corrodés	jusqu'à 3,0	[Réf. 2.61]
B. Conduites et canaux en béton, en ciment, et autres				
I	Tuyaux en béton	1. Bonne surface, avec lissage	0,3 – 0,8	[Réf. 2.68]
		2. Conditions moyennes	2,5	[Réf. 2.68]
		3. Surface rugueuse	3 – 9	[Réf. 2.68]
II	Tuyaux en béton armé		2,5	[Réf. 2.47]
III	Tuyaux en fibrociment	1. Neufs	0,05 – 0,10	[Réf. 2.47]
		2. Durée moyenne d'utilisation	$\approx 0,60$	[Réf. 2.47]
IV	Tuyaux en ciment	1. Lissés	0,3 – 0,8	[Réf. 2.65]
		2. Bruts	1,0 – 2,0	[Réf. 2.47, 2.65]
		3. Solution de ciment non lissée aux joints	1,9 – 6,4	[Réf. 2.61]

Canalisation d'eau en acier et en fonte, compte tenu de l'accroissement de leur résistance en cours d'exploitation.
Coefficient de perte de charge par frottement

Chapitre II

Diagramme 2.7

1) $Re = w_0 D_0 / \nu < 9,2 \cdot 10^5 D_0$:

$$\lambda = \left(\frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{D_0} + \frac{1}{Re} \right)^{0,3}$$

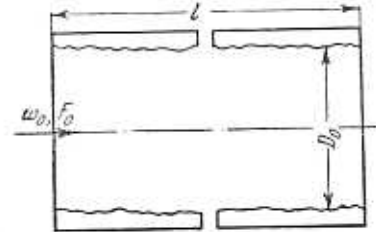
est déterminé suivant le graphique $\lambda = f(Re, D_0)$.

2) $Re \geq 9,2 \cdot 10^5 D_0$:

$$\lambda = \frac{0,021}{D_0^{0,3}}$$

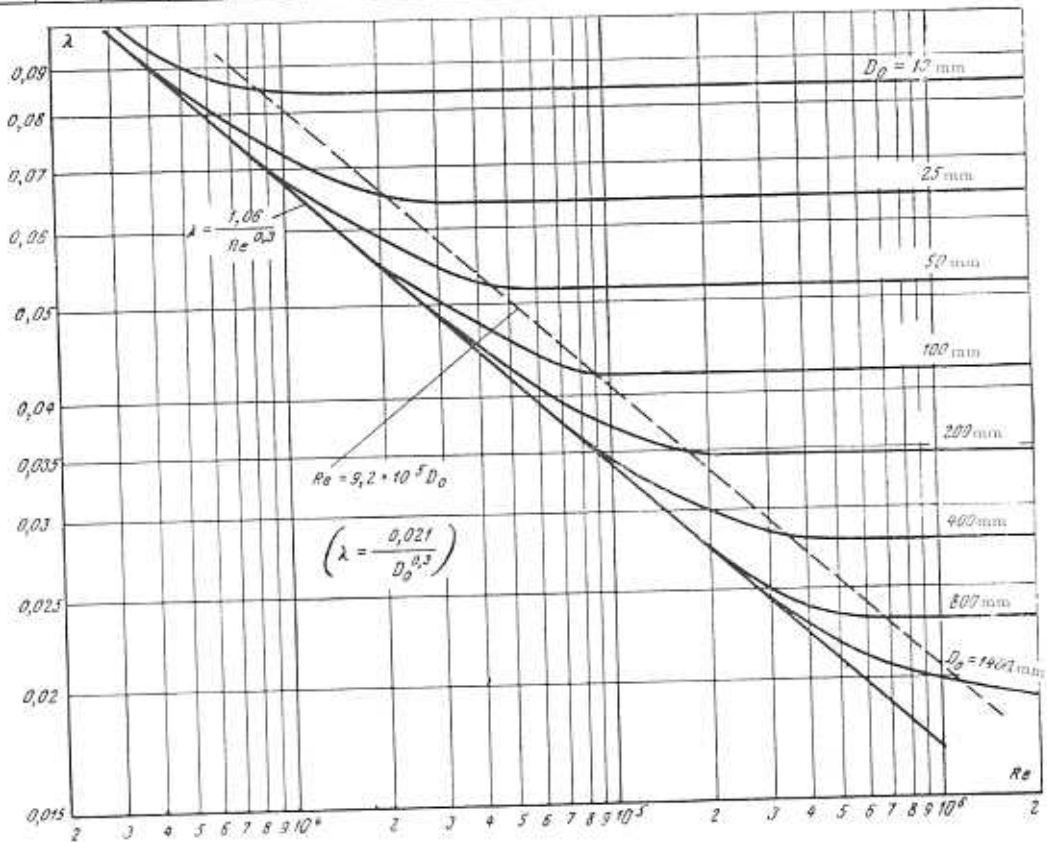
est déterminé suivant le graphique $\lambda = f(Re, D_0)$.

(D_0 est en mètres) ; les valeurs de ν sont données dans le paragraphe 1.3 b).



Valeurs de λ

D_0 , mm	Re															
	$3 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	10^4	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$	10^5	$2 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^5$	10^6	$2 \cdot 10^6$
10	0,101	0,094	0,088	0,086	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084
25	-	-	0,081	0,076	0,072	0,065	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
50	-	-	-	0,072	0,068	0,059	0,053	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
100	-	-	-	-	-	0,055	0,048	0,045	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
200	-	-	-	-	-	-	0,045	0,041	0,038	0,037	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
400	-	-	-	-	-	-	-	0,039	0,036	0,035	0,030	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,033	0,028	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023
1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,027	0,023	0,021	0,021	0,020	0,019



Conduite (Canal) à rugosité homogène des parois
Coefficient de perte de charge par frottement pour $Re > 2000$

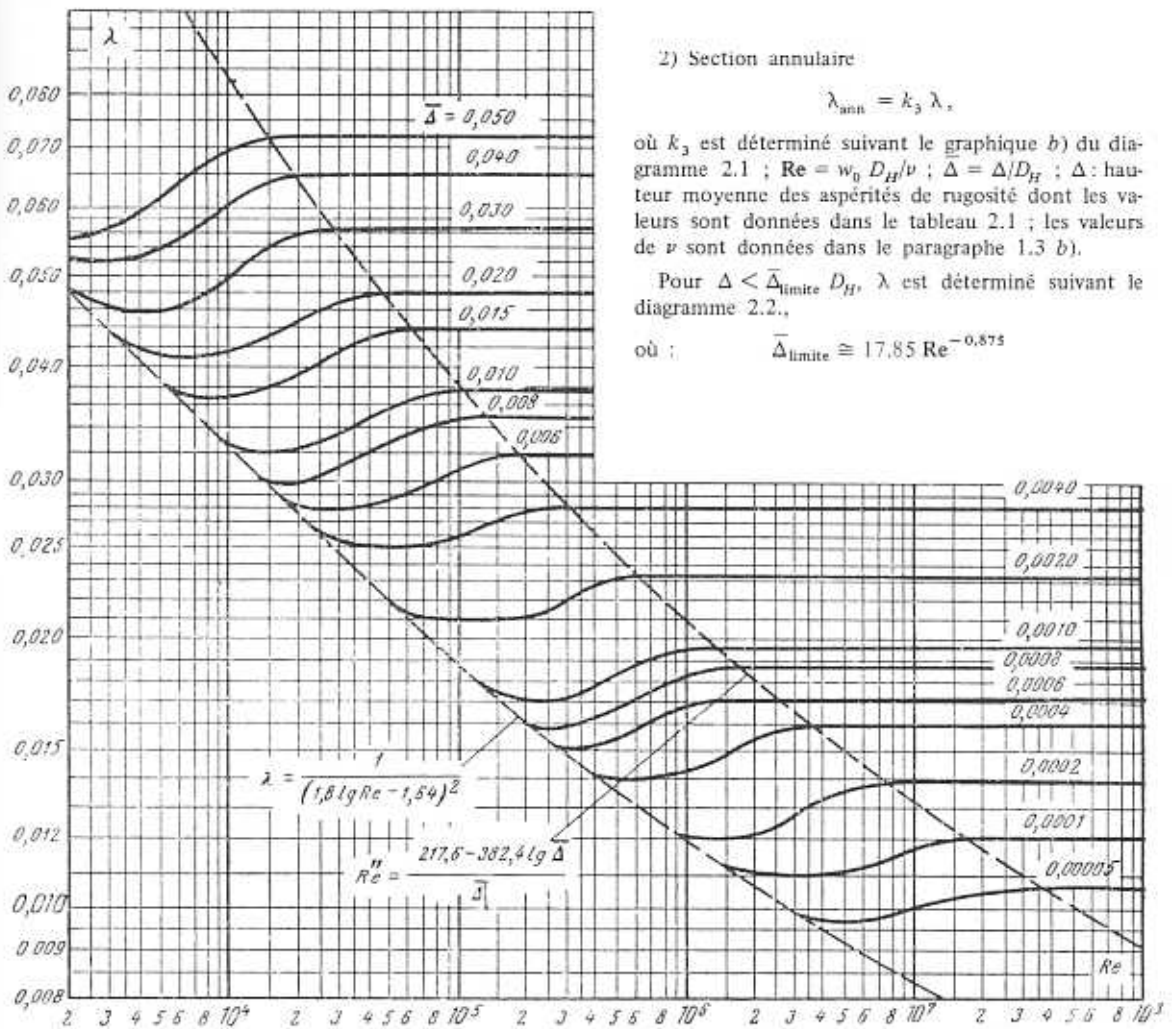
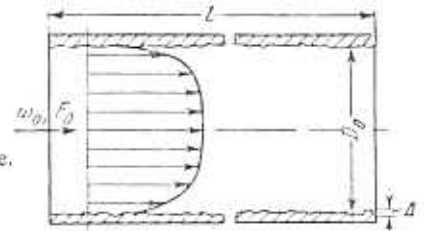
Chapitre II
Diagramme 2.3

1) Section circulaire et rectangulaire ($a_0/b_0 \approx 0,5$
à 2) :

$$\lambda = \frac{\Delta H}{\frac{\gamma w_0^2}{2g} \cdot \frac{l}{D_H}} = \frac{1}{[a_1 + b_1 \log(Re \sqrt{\lambda}) + c_1 \log \bar{\Delta}]^2}$$

λ est déterminé suivant le graphique a) et le tableau 2.2 (Cf. page 70) ; les valeurs a_1, b_1, c_1 sont données dans le tableau ci-dessous.

$D_H = 4F_0/\Pi_0$; Π_0 : périmètre.



2) Section annulaire

$\lambda_{ann} = k_3 \lambda,$

où k_3 est déterminé suivant le graphique b) du diagramme 2.1 ; $Re = w_0 D_H/\nu$; $\Delta = \Delta/D_H$; Δ : hauteur moyenne des aspérités de rugosité dont les valeurs sont données dans le tableau 2.1 ; les valeurs de ν sont données dans le paragraphe 1.3 b).

Pour $\Delta < \bar{\Delta}_{limite} D_H$, λ est déterminé suivant le diagramme 2.2.,

où : $\bar{\Delta}_{limite} \approx 17,85 Re^{-0,875}$

$\bar{\Delta} Re \sqrt{\lambda}$	a_1	b_1	c_1
3,6 - 10	-0,800	2,000	0
10 - 20	0,068	1,130	-0,870
20 - 40	1,538	0,000	-2,000
40 - 191,2	2,471	-0,588	-2,588
> 191,2	1,138	0	-2,000