

HydrauCalc

Version 2021a



www.hydraucalc.com

DESCRIPTION DE L'APPLICATION

DESCRIPTION DE L'APPLICATION

HydrauCalc est une application logicielle qui permet de modéliser et calculer, avec précision, les écoulements stabilisés dans les éléments de tuyauterie tels que tuyaux rectilignes, coudes, changements de section, bifurcations, diaphragmes, vannes, etc...

HydrauCalc convient particulièrement aux avant-projets car il permet d'estimer rapidement les pertes de pression des composants d'une installation hydraulique, et ainsi de spécifier les caractéristiques des pompes.

La perte de friction est calculée à l'aide de la méthode de Darcy-Weisbach, qui fournit des résultats précis pour les fluides non compressibles (liquides). Cette méthode fournit également des résultats satisfaisants d'une précision raisonnable pour les fluides compressibles (gaz) lorsque la vitesse d'écoulement n'est pas très élevée.

HydrauCalc est basé principalement sur des références reconnues et respectées dans le domaine du calcul de débit et de perte de pression.

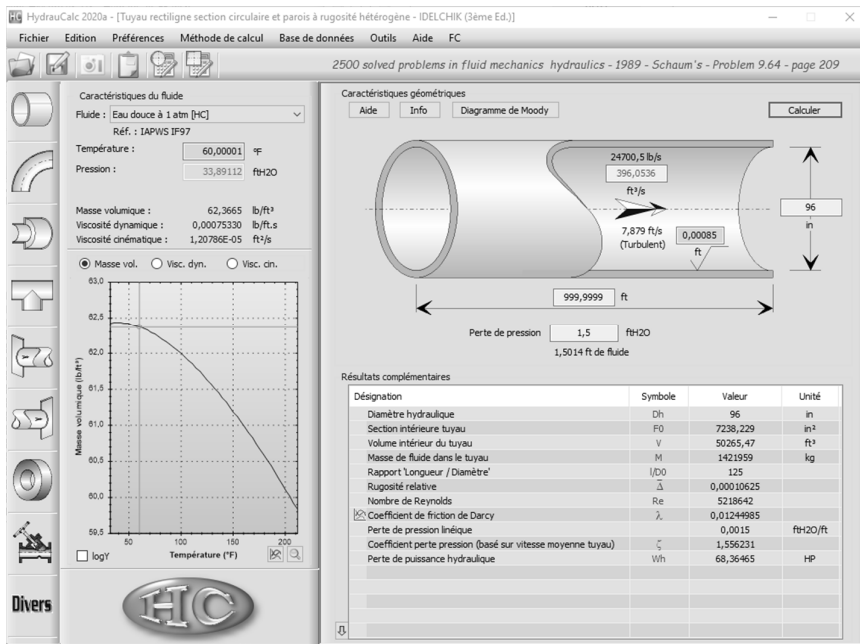
LES RÉFÉRENCES

PRINCIPALES RÉFÉRENCES

- [1] Handbook of Hydraulic Resistance, I.E. Idelchik
- [2] Internal Flow System, D.S. Miller
- [3] CRANE - Flow of Fluids Through Valves, Fitting and Pipe - Technical Paper No. 410
- [4] Pipe Flow - A Practical and Comprehensive Guide, D. C. Rennels, H. M. Hudson

L'INTERFACE GRAPHIQUE UTILISATEUR

INTERFACE GRAPHIQUE UTILISATEUR



L'interface graphique utilisateur est disponible en français, anglais ou espagnol.

A partir de cette interface, l'utilisateur sélectionne le type de composant qu'il désire calculer et le fluide véhiculé dans ce composant. Il y renseigne également les données d'entrées nécessaires (les caractéristiques du fluide et de l'écoulement et la géométrie du composant).

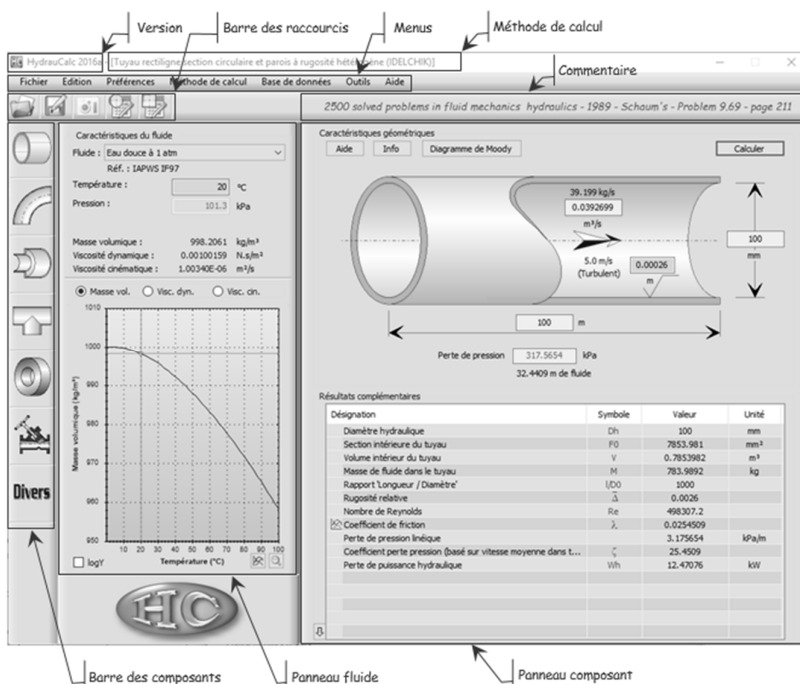
Cette interface est intuitive et très facile à utiliser.

7

04/06/2021

HydraulCalc - © François Corre 2017-2021

STRUCTURE DE L'INTERFACE GRAPHIQUE



L'interface graphique est structurée en quatre principales parties :

- ❑ La barre des composants
- ❑ Le panneau fluide
- ❑ Le panneau composant
- ❑ La partie supérieure qui regroupe :

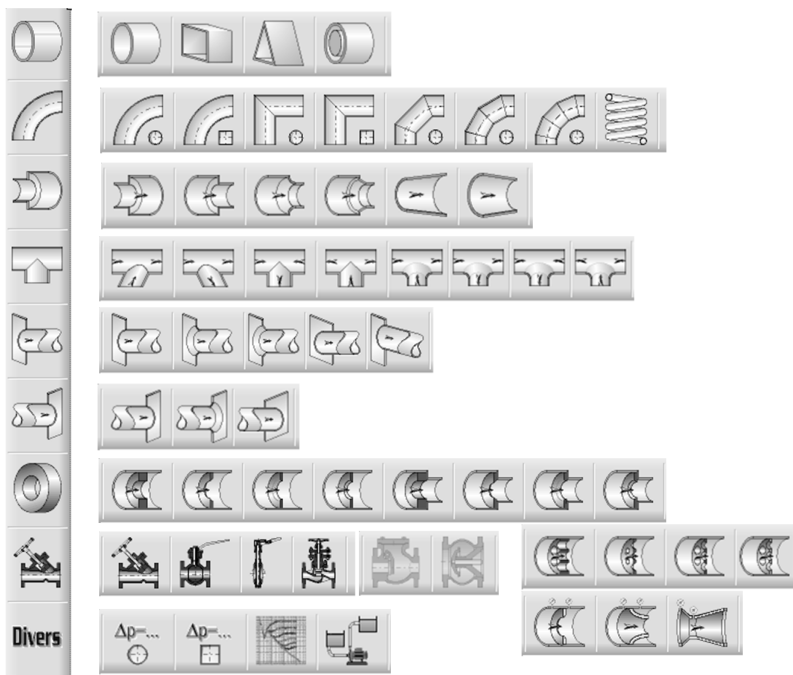
- ❑ Les informations de version et de méthode de calcul choisie
- ❑ Les menus et la barre des raccourcis
- ❑ La zone d'affichage pour un éventuel commentaire

8

04/06/2021

HydraulCalc - © François Corre 2017-2021

BARRE DES COMPOSANTS

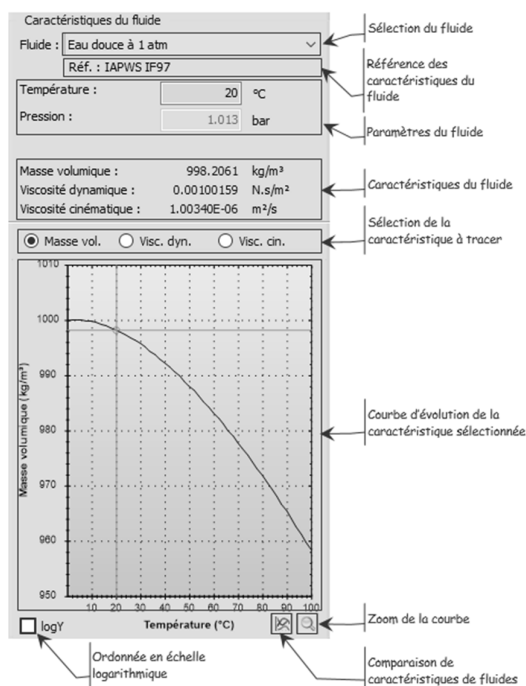


La barre verticale des composants permet de sélectionner une famille de composants (tuyaux rectilignes, coudes, changements de section, bifurcations, entrées et sorties de circuit, diaphragmes d'équilibrage et de mesure, vannes, ...)

La sélection d'une famille affiche les composants disponibles pour cette famille dans une ou plusieurs barres horizontales.

Les composants grisés sont en cours de développement et seront disponibles dans une prochaine version.

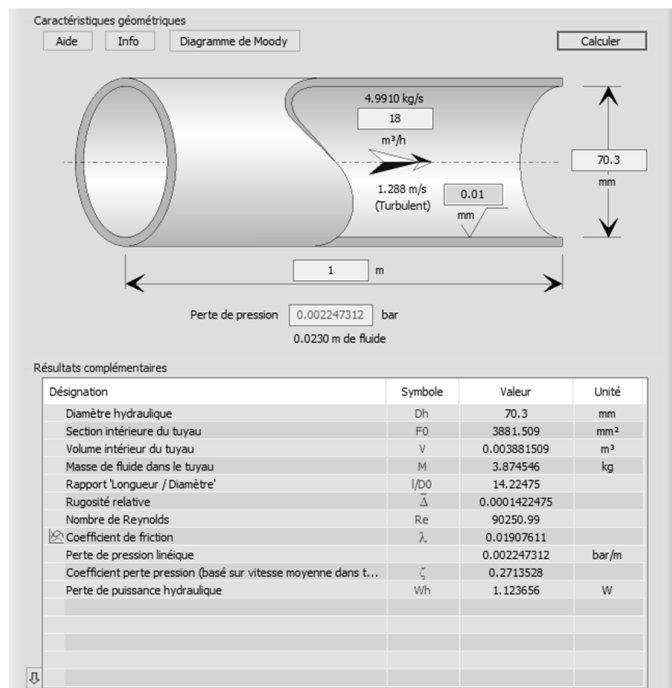
PANNEAU FLUIDE



Le panneau fluide permet principalement de :

- ❑ Sélectionner le fluide
- ❑ Paramétrer le fluide en fonction du type de fluide sélectionné (température, pression, salinité, titre, humidité, ...)
- ❑ Visualiser les caractéristiques du fluide (masse volumique, viscosités dynamique et cinématique)
- ❑ Visualiser l'évolution des caractéristiques en fonction de la température ou de la pression (suivant le type de fluide sélectionné)

PANNEAU COMPOSANT



HydraulCalc - © François Corre 2017-2021

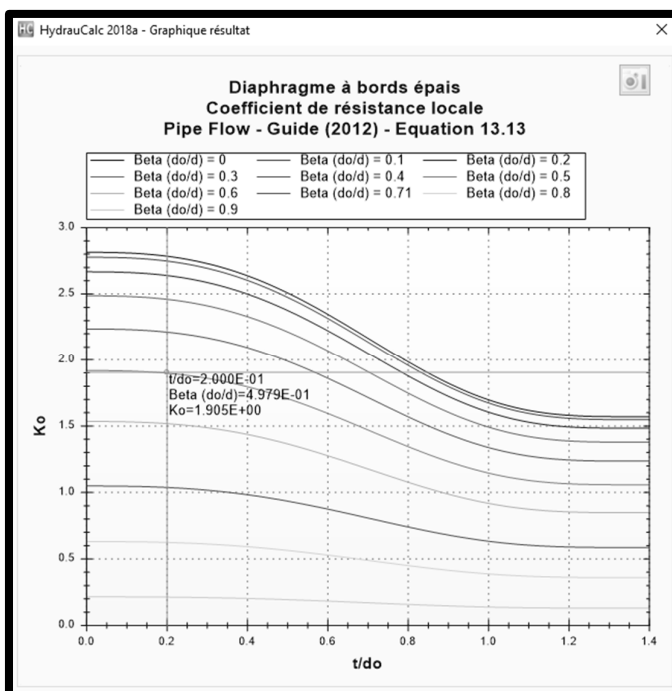
Le panneau composant permet de :


- ☐ Définir la géométrie du composant en fonction du type de composant sélectionné (diamètre intérieur, longueur, rugosité, ...)
- ☐ Définir l'écoulement (débit volumique)
- ☐ Exécuter le calcul du composant
- ☐ Visualiser les résultats
- ☐ Afficher le diagramme de Moody correspondant au calcul avec le point calculé (cas de perte par friction)
- ☐ Accéder à des informations concernant le composant :
 - ☐ Aide (documentation technique du composant)
 - ☐ Info (information sur l'utilisation du composant)
 - ☐ Autres éventuellement

11

04/06/2021

RÉSULTATS COMPLÉMENTAIRES



Lorsque, dans les résultats complémentaires, la variable est précédée du symbole , un simple click sur cette variable fait apparaître le graphique d'évolution de la variable avec le point calculé.

Exemple :

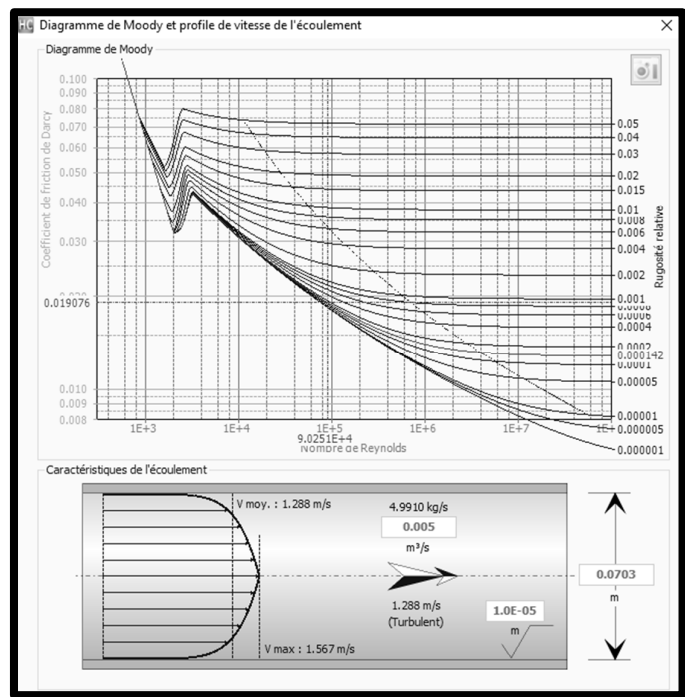
Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Section intérieure tuyau	A	6.016347	in²
Section orifice	Ao	1.491278	in²
Rapport diamètres (Do/d)	β	0.4978665	
Rapport sections	Ao/A	0.2478711	
Rapport épaisseur sur diamètre de l'orifice	t/Do	0.2	
Nombre de Reynolds rapporté à la tuyauterie	NRe	80700.88	
Nombre de Reynolds rapporté à l'orifice	NReo	162093.4	
Vitesse d'écoulement section contractée du jet	Vc	26.83555	ft/s
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport section contractée du jet (Equation 13.4)	λ	1.573917	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient Cth (Equation 13.14)	Cth	0.9763062	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de résistance locale (Equation 13.13)	Ko	1.905081	
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	K	31.00715	
Perte de puissance hydraulique	Wh	128.503	W

12

04/06/2021

HydraulCalc - © François Corre 2017-2021

DIAGRAMME DE MOODY



Lorsque le composant est soumis à de la friction, le diagramme de Moody peut être consulté afin d'observer le point de fonctionnement (ainsi que le profil de vitesse de l'écoulement).

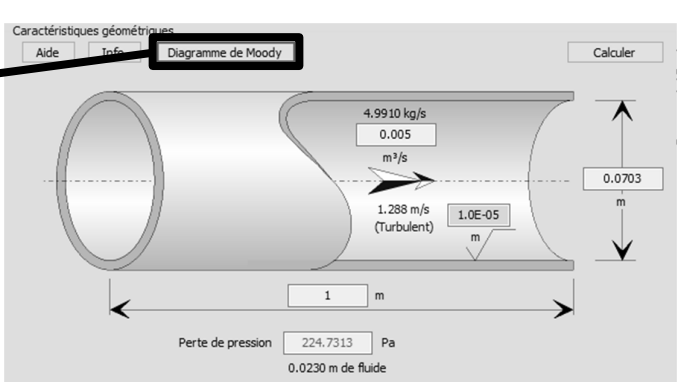
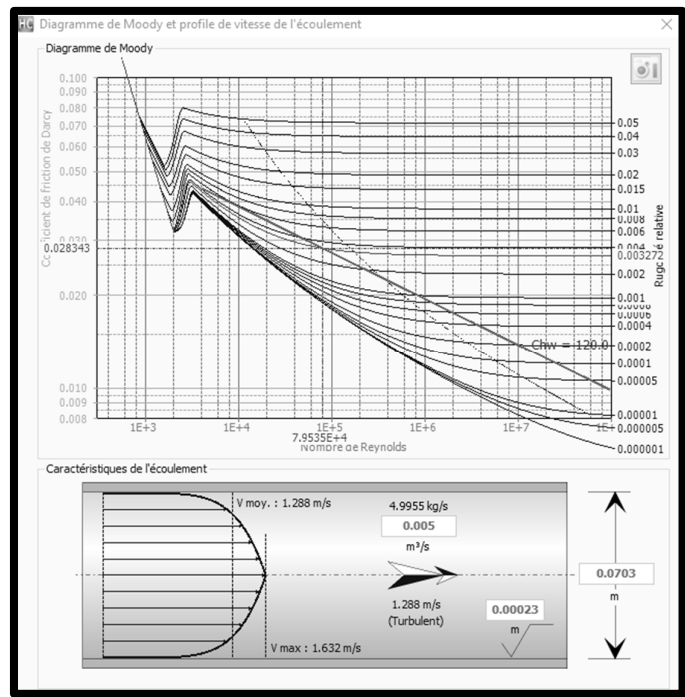
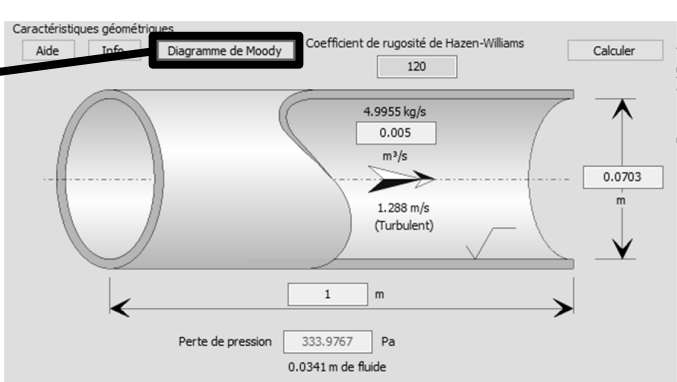


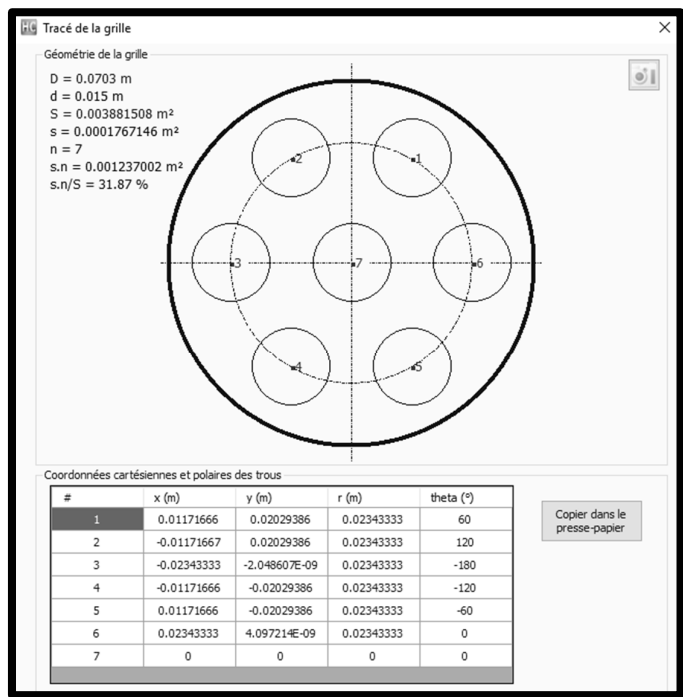
DIAGRAMME DE MOODY ET FORMULE DE HAZEN-WILLIAM



Pour la méthode de calcul "Hazen-Williams" des tuyaux rectilignes à section circulaire, le diagramme de Moody montre la relation entre le coefficient de rugosité de la formule de Hazen-Williams et le coefficient de friction de Darcy. Le diagramme montre également les limites d'application de la formule d'Hazen-Williams.

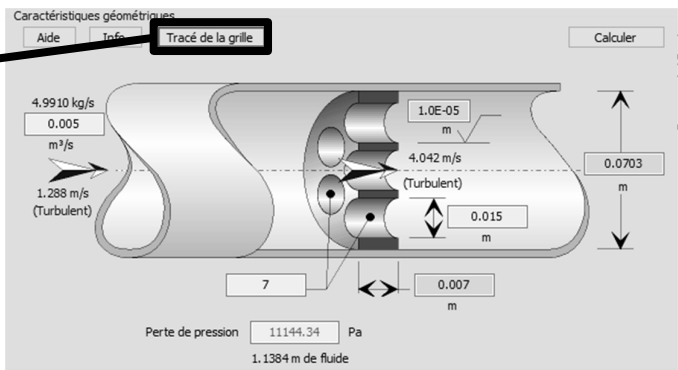


TRACÉ DE GRILLE



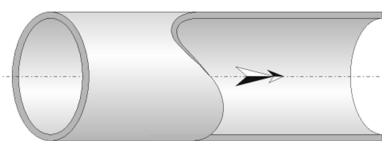
Pour les composants "Grille" (plaque à trous), l'application propose un tracé de la grille avec les coordonnées de chaque trou.

Exemple de tracé d'une plaque à trous :

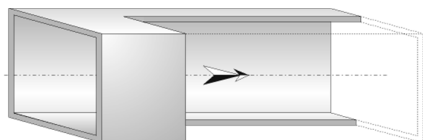


LES COMPOSANTS

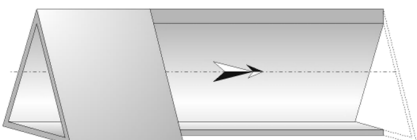
TUYAUX RECTILIGNES



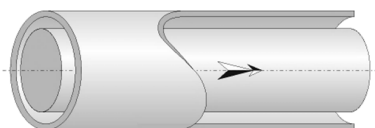
Section circulaire



Section rectangulaire



Section triangulaire



Section annulaire

HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

Les méthodes de calcul proposées :

- ❑ IDELCHIK
 - ❑ Parois à rugosité homogène (équation de Nikuradze)
 - ❑ Parois à rugosité hétérogène (équation de Colebrook-White)
 - ❑ Parois lisses (équation de Filonenko et Altsul)
 - ❑ Coefficient de Darcy imposé
- ❑ MILLER
 - ❑ Parois rugueuses (équation de Swamee-Jain)
 - ❑ Coefficient de Darcy imposé
- ❑ HAZEN-WILLIAMS (uniquement section circulaire)
 - ❑ Parois rugueuses (équation de Hazen-Williams)

Les calculs proposés :

- ❑ Perte de pression
- ❑ Débit volumique
- ❑ Longueur du tuyau
- ❑ Diamètre intérieur (section circulaire)
- ❑ Hauteur ou largeur (section rectangulaire)
- ❑ Hauteur ou base (section triangulaire)

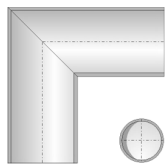
17

04/06/2021

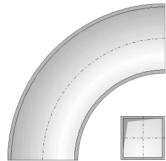
COUDES



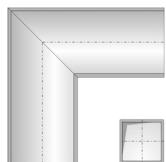
Coude progressif à section circulaire



Coude brusque à section circulaire



Coude progressif à section rectangulaire



Coude brusque à section rectangulaire

HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

Les méthodes de calcul proposées :

- ❑ IDELCHIK
- ❑ MILLER
- ❑ CRANE
- ❑ Pipe Flow Guide

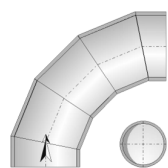
Les calculs proposés :

- ❑ Perte de pression
- ❑ Débit volumique

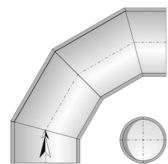
18

04/06/2021

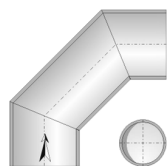
COUDES



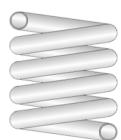
Nouveau R2021a
Coude composite 90° à section circulaire



Nouveau R2021a
Coude composite 90° à section circulaire
(3 x 30°)



Nouveau R2021a
Coude composite 90° à section circulaire
(2 x 45°)



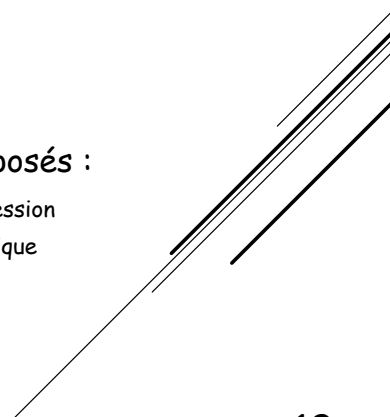
Nouveau R2021a
Serpentin

Les méthodes de calcul proposées :

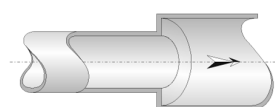
- ☐ IDELCHIK
- ☐ Pipe Flow Guide

Les calculs proposés :

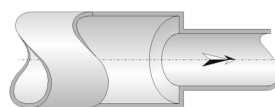
- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique



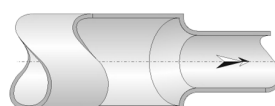
CHANGEMENTS DE SECTIONS



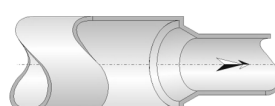
Elargissement brusque



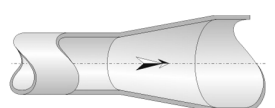
Rétrécissement brusque
droit



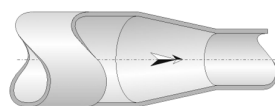
Rétrécissement brusque
arrondi



Rétrécissement brusque
biseauté



Elargissement progressif



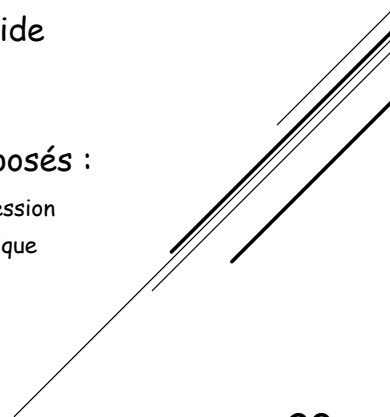
Rétrécissement progressif

Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ IDELCHIK
- ☐ MILLER
- ☐ CRANE
- ☐ Pipe Flow Guide

Les calculs proposés :

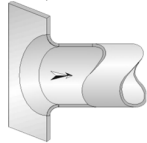
- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique



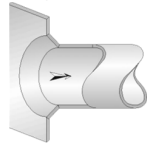
ENTRÉES DE CIRCUIT



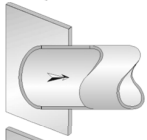
Entrée brusque encastrée



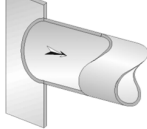
Entrée arrondie encastrée



Entrée biseautée encastrée



Entrée brusque encastrée montée à distance



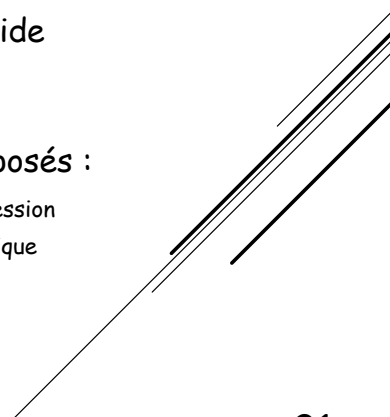
Entrée brusque encastrée montée en angle

Les méthodes de calcul proposées :

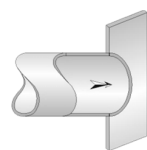
- ☐ IDELCHIK
- ☐ MILLER
- ☐ CRANE
- ☐ Pipe Flow Guide

Les calculs proposés :

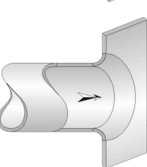
- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique



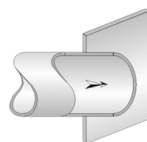
SORTIES DE CIRCUIT



Sortie brusque encastrée



Sortie arrondie encastrée



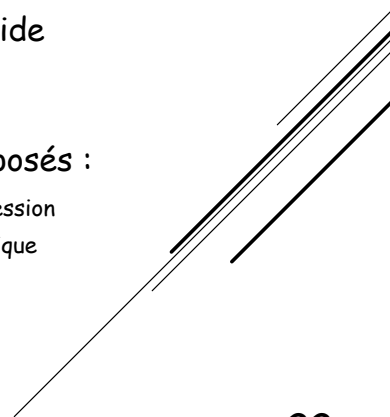
Sortie brusque encastrée montée à distance

Les méthodes de calcul proposées :

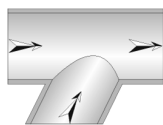
- ☐ IDELCHIK
- ☐ MILLER
- ☐ CRANE
- ☐ Pipe Flow Guide

Les calculs proposés :

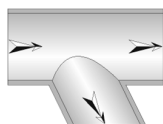
- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique



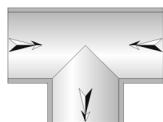
BIFURCATIONS



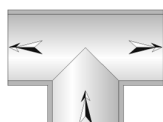
Jonction brusque avec réunion des courants



Jonction brusque avec séparation des courants



Té symétrique brusque avec réunion des courants



Té symétrique brusque avec séparation des courants

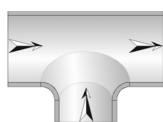
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ IDELCHIK
- ☐ MILLER
- ☐ CRANE

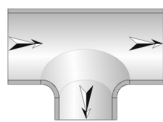
Les calculs proposés :

- ☐ Perte de pression dans chaque branche

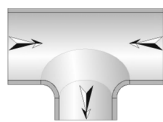
BIFURCATIONS (SUITE)



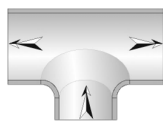
Té arrondi avec réunion des courants



Té arrondi avec séparation des courants



Té symétrique arrondi avec réunion des courants



Té symétrique arrondi avec séparation des courants

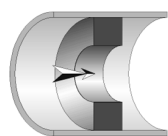
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ MILLER
- ☐ Pipe Flow Guide

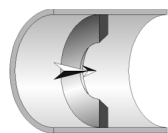
Les calculs proposés :

- ☐ Perte de pression dans chaque branche

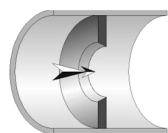
DIAPHRAGMES D'ÉQUILIBRAGE



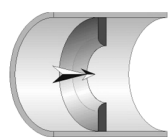
Diaphragme à bords épais



Diaphragme à bords effilés



Diaphragme à bords biseautés



Diaphragme à bords arrondis

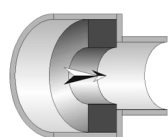
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ IDELCHIK
- ☐ MILLER
- ☐ CRANE
- ☐ Pipe Flow Guide

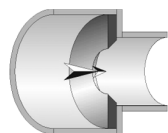
Les calculs proposés :

- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique
- ☐ Diamètre de l'orifice

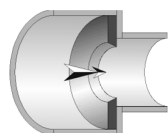
DIAPHRAGMES D'ÉQUILIBRAGE (SUITE)



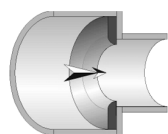
Diaphragme à bords épais
(avec changement de section)



Diaphragme à bords effilés
(avec changement de section)



Diaphragme à bords biseautés
(avec changement de section)



Diaphragme à bords arrondis
(avec changement de section)

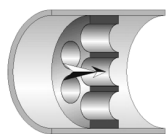
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ IDELCHIK
- ☐ Pipe Flow Guide

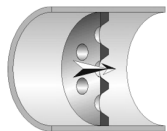
Les calculs proposés :

- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique
- ☐ Diamètre de l'orifice

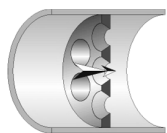
GRILLES



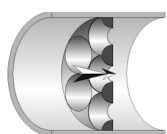
Grille à bords épais



Grille à bords effilés



Grille à bords biseautés



Grille à bords arrondis

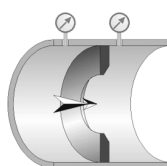
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ IDELCHIK
- ☐ MILLER
- ☐ Pipe Flow Guide

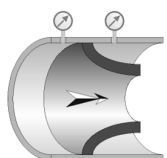
Les calculs proposés :

- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique
- ☐ Diamètre des trous
- ☐ Nombre de trous

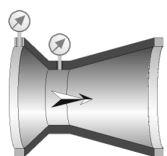
DIAPHRAGMES DE MESURE



Diaphragme de mesure de débit



Nouveau R2021a
Tuyère et Venturi-tuyère de mesure de débit



Nouveau R2021a
Tube de Venturi de mesure de débit

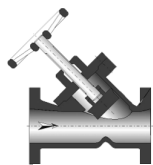
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ ISO 5167:2003
- ☐ ISO 5167:1991
- ☐ CRANE 1999

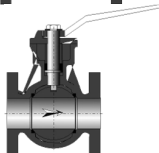
Les calculs proposés :

- ☐ Différence de pression mesurée
- ☐ Perte de pression nette
- ☐ Débit volumique
- ☐ Diamètre de l'orifice

VANNES



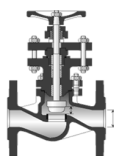
Vanne à tige inclinée



Vanne à boisseau sphérique



Vanne à papillon



Vanne à soupape

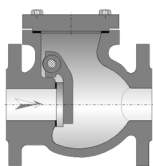
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ IDELCHIK
- ☐ MILLER
- ☐ Fabricants

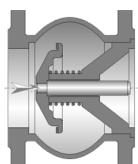
Les calculs proposés :

- ☐ Perte de pression
- ☐ Débit volumique

CLAPETS DE NON-RETOUR



Clapet de non-retour à battant



Clapet de non-retour à soupape (clapet)

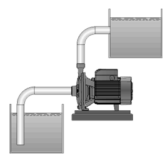
Les méthodes de calcul proposées :

- ☐ IDELCHIK
- ☐ Fabricants

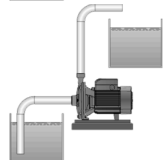
Les calculs proposés :

- ☐ Perte de pression

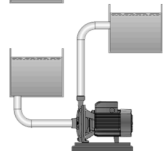
DIMENSIONNEMENT RAPIDE DE POMPE



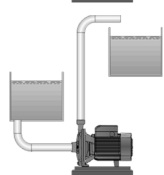
Fonctionnement en aspiration
Réservoir avec sortie de tuyau au-dessous
du niveau de fluide



Fonctionnement en aspiration
Écoulement libre du tuyau au-dessus du
niveau de fluide



Fonctionnement en charge
Réservoir avec sortie de tuyau au-dessous
du niveau de fluide



Fonctionnement en charge
Écoulement libre du tuyau au-dessus du
niveau de fluide

HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

La méthode de calcul proposée :

- ☐ Fabricant KSB

Les calculs proposés :

- ☐ Hauteur Manométrique Totale (HMT)
- ☐ Charge nette absolue à l'aspiration disponible (NPSH_d)
- ☐ Pertes de pression dans les circuits d'aspiration et de refoulement
- ☐ Pressions aux brides de la pompe

31

04/06/2021

LES UNITÉS DE MESURE

HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

32

04/06/2021

SÉLECTION DU SYSTÈME D'UNITÉS

Unité de longueur
mètre (m)

Unité de diamètre et rayon
mètre (m)

Unité d'épaisseur
mètre (m)

Unité de rugosité absolue
mètre (m)

Unité de température
degré Celsius (°C)

Unité de pression
Pascal (Pa)

Unité de charge hydraulique
mètre (m)

Unité de vitesse
mètre par seconde (m/s)

Unité de débit volumique
mètre cube par seconde (m³/s)

Unité de débit massique
kilogramme par seconde (kg/s)

Unité de masse volumique
kilogramme par mètre cube (kg/m³)

Unité de viscosité dynamique
Newton seconde par mètre carré (N.s/m²)

Unité de viscosité cinématique
mètre carré par seconde (m²/s)

Unité de masse
kilogramme (kg)

Unité de puissance
Watt (W)

OK
Annuler

Charger système d'unités
Unités SI
Unités SI (°C)
Unités SI (°C, bar)
Unités Imperial
Unités CGS
Unités MKpS
Unités MTS
Unités USCS
Unités utilisateur 1
Unités utilisateur 2
Unités utilisateur 3

Définir système d'unités
Définir Unités util. 1
Définir Unités util. 2
Définir Unités util. 3

Les unités peuvent être sélectionnées :

- soit individuellement
- soit par systèmes d'unités

L'utilisateur peut définir ses propres systèmes d'unités (jusqu'à 3 systèmes)

MODIFICATION DES UNITÉS

Caractéristiques du fluide

Fluide : Eau douce à 1 atm [HC]

Réf. : IAPWS IF97

Température : 20 °C

Pression : 1.013

Masse volumique : 998.2061 kg/m³

Viscosité dynamique : 0.00100159 N.s/m²

Viscosité cinématique : 1.00340E-06 m²/s

Caractéristiques géométriques

Aide Info Calculer

4.9910 kg/s

1.288 m/s (Turbulent)

0.01 mm

1 m

Perte de pression bar

70.3 mm

L'application dispose d'un moteur de conversion d'unités dynamique.

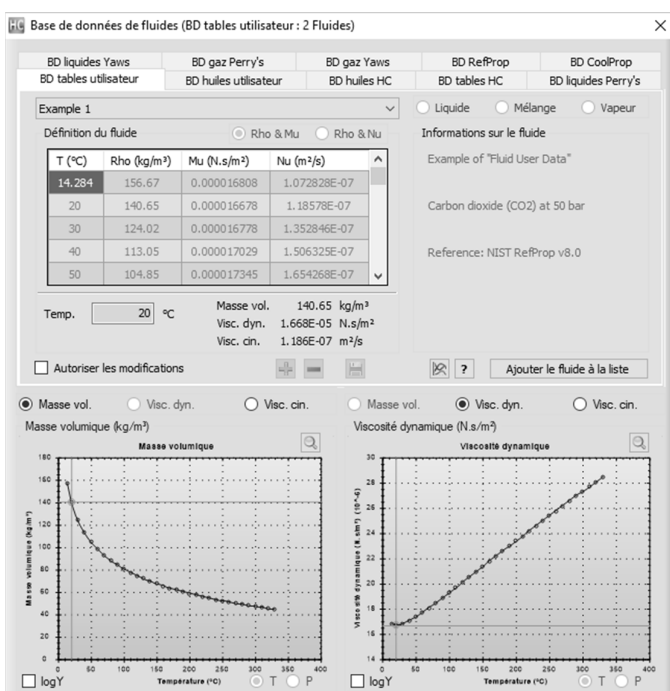
Les unités affichées dans le panneau des fluides et dans les panneaux de données des composants peuvent être modifiées par simple clic sur l'unité courante affichée.

Après sélection d'une nouvelle unité, la valeur introduite dans la case de saisie est automatiquement convertie dans la nouvelle unité.

Les résultats seront affichés dans les unités courantes.

LES BASES DE DONNÉES

BASE DE DONNÉES - FLUIDES



HydrauCalc possède une base de données de caractéristiques de fluides comprenant plusieurs centaines de fluides basés sur des références reconnues :

- Perry's Handbook
- Produits pétroliers
- Yaws Handbook
- Coolprop
- Refprop (à venir...)

L'utilisateur peut également définir ses propres fluides sous la forme de tables de points en fonction de la température.

BASE DE DONNÉES - TUYAUTERIES

Tables des diamètres nominaux

Tuyaux aluminium	Tuyaux fonte	Tuyaux acier noir et galvanisé	BD utilisateur		
Tuyaux acier	Tuyaux acier inoxydable	Tuyaux et tubes cuivre	Tuyaux PVC		
Tuyaux acier - EN 10216 - Serie 1	^				
DN	Diamètre extérieur (...)	Epaisseur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Section (mm²)	v
6	10.2	0.5	9.2	66.47626	
6	10.2	0.6	9	63.6174	
6	10.2	0.8	8.6	58.08818	
6	10.2	1	8.2	52.8103	
6	10.2	1.2	7.8	47.78374	
6	10.2	1.4	7.4	43.0085	
6	10.2	1.6	7	38.4846	
6	10.2	1.8	6.6	34.21202	
6	10.2	2	6.2	30.19078	
6	10.2	2.3	5.6	24.63014	
6	10.2	2.6	5	19.635	
8	13.5	0.5	12.5	122.7188	
8	13.5	0.6	12.3	118.8232	
8	13.5	0.8	11.9	111.2205	
8	13.5	1	11.5	103.8691	
8	13.5	1.2	11.1	96.76913	
8	13.5	1.4	10.7	89.92045	
8	13.5	1.6	10.3	83.32309	
8	13.5	1.8	9.9	76.97705	
8	13.5	2	9.5	70.88235	
8	13.5	2.3	8.9	62.21153	
8	13.5	2.6	8.3	54.1062	
8	13.5	2.9	7.7	46.56636	
8	13.5	3.2	7.1	39.59201	
8	13.5	3.6	6.3	31.17253	
10	17.2	0.5	16.2	206.1204	
10	17.2	0.6	16	201.0624	
10	17.2	0.8	15.6	191.1349	v

☐ Convertir en pouce

Retour

HydrauCalc possède une base de données définissant les diamètres des principaux standard de tuyauteries.

- Tuyauterie acier
- Tuyauterie acier inoxydable
- Tuyauterie cuivre
- Tuyauterie PVC
- Tuyauterie aluminium
- Tuyauterie fonte
- Tuyauterie acier noir et galvanisé.

L'utilisateur peut également ajouter ses propres tables de diamètres.

BASE DE DONNÉES - RUGOSITÉS DES PAROIS

[illegible]

HydrauCalc possède une base de données de valeurs de rugosités absolues de paroi de tuyauterie issues de références reconnues :

- MILLER
- ISO 5167-1 2003
- Fluid Mechanics - F. White
- IDELCHIK
- Pipe Flow Guide

BASE DE DONNÉES - COEFFICIENTS DE RUGOSITÉ

Tables des coefficient de rugosité de Hazen-Williams

Tuyaux en fonte

Type de tuyauterie	Coefficient
fonte nouvelle simple	100
fonte ancienne sans doublure	40-120
fonte (10 ans)	107-113
fonte (20 ans)	89-100
fonte (30 ans)	75-90
fonte (40 ans)	64-83
fonte revêtue de goudron (asphalte)	100
fonte doublée de ciment	140
fonte revêtue de bitume	140
fonte mitumastique	140-150
fonte enduit de mer	100
fonte ductile (DIP)	140
fonte ductile revêtue de ciment	120
fonte galvanisée lisse	120
fonte forgée simple	100

Retour

HydrauCalc possède une base de données de valeurs de coefficients de rugosité de Hazen-Williams issus de :

- Hydraulic Tables by GARDNER S. WILLIAMS and ALLEN HAZEN - 2nd Ed. (1914)

LES OUTILS

OUTIL - CALCULATRICE POUR SECTION CIRCULAIRE

Formules générales de pertes de charge en régime permanent et fluide incompressible

Formulation

$$\Delta P = 1/2 \cdot \zeta \cdot \rho \cdot V^2$$

$$\zeta = \lambda \cdot L / d$$

$$Q_v = V \cdot S$$

$$S = \pi \cdot d^2 / 4$$

$$Q_m = \rho \cdot Q_v$$

$$Re = V \cdot d / \nu$$

$$A_v = Q_v \cdot (\rho / \Delta P)^{0.5}$$

$$C_v = 41650 \cdot A_v$$

$$K_v = 36023 \cdot A_v$$

$$C_v = 1.15620 \cdot K_v$$

$$\zeta = 2 \cdot S^2 / A_v^2$$

$$\Delta h = \Delta P / (\rho \cdot g)$$

$$W_h = \Delta P \cdot Q_v$$

$$\nu = \mu / \rho$$

Application numérique

☐ ΔP = 1699.584 lbf/ft²

☐ ζ = 20.85395

☐ λ = 0.01737829

☒ L = 200 ft

☒ V = 9.17 ft/s

☐ Q_v = 0.2000584 ft³/s

☒ d = 2 in

☐ S = 3.141593 in²

☐ Q_m = 5.659446 kg/s

☐ Re = 126532.3


☐ A_v = 0.0006276798 m²

☐ C_v = 26.14297 USG/min

☐ K_v = 22.61094 m³/h

☐ Δh = 27.25155 ft de fluide

☒ W_h = 161 W

 Cocher les données d'entrée

RàZ

HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

L'application permet, à partir de données d'entrée connues et pour des sections circulaires, de calculer automatiquement celles qui peuvent en être déduites.

Il est ainsi possible de déterminer le débit volumique correspondant, par exemple, à une vitesse d'écoulement imposée, de façon à renseigner les données d'entrée des composants.

41

04/06/2021

OUTIL - CALCULATRICE POUR SECTION RECTANGULAIRE

Formules générales de pertes de charge en régime permanent et fluide incompressible

Formulation

$$\Delta P = 1/2 \cdot \zeta \cdot \rho \cdot V^2$$

$$\zeta = \lambda \cdot L / dh$$

$$Q_v = V \cdot S$$

$$S = a \cdot b$$

$$P = 2 \cdot (a + b)$$

$$dh = 4 \cdot S / P$$

$$Q_m = \rho \cdot Q_v$$

$$Re = V \cdot dh / \nu$$

$$A_v = Q_v \cdot (\rho / \Delta P)$$

$$C_v = 41650 \cdot A_v$$

$$K_v = 36023 \cdot A_v$$

$$C_v = 1.15620 \cdot K_v$$

$$\zeta = 2 \cdot S^2 / A_v^2$$

$$\Delta h = \Delta P / (\rho \cdot g)$$

$$W_h = \Delta P \cdot Q_v$$

$$\nu = \mu / \rho$$

Application numérique

☐ ΔP = 23.38326 Pa

☐ ζ = 0.8365216

☐ λ = 0.02048625

☒ L = 7 m

☐ V = 6.985055 m/s

☐ Q_v = 0.2095516 m³/s

☒ a = 15 cm

☒ b = 20 cm

☐ P = 69.99998 cm

☐ S = 300 cm²

☐ dh = 17.14286 cm

☐ Q_m = 0.2401094 kg/s

☒ Re = 72490


☐ A_v = 0.04638713 m²

☐ C_v = 1932.032 USG/min

☐ K_v = 1671.006 m³/h

☐ Δh = 2.080971 m de fluide

☒ W_h = 135 W

 Cocher les données d'entrée

RàZ

HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

L'application permet également, à partir de données d'entrée connues et pour des sections rectangulaires, de calculer celles qui peuvent en être déduites.

Il est ainsi possible de déterminer le débit volumique correspondant, par exemple, à un nombre de Reynolds imposé, de façon à renseigner les données d'entrée des composants.

42

04/06/2021

OUTIL - CONVERSION D'UNITÉ

Facteurs de conversion d'unités

Force	Pression	Energie	Puissance	Viscosité cinématique	Viscosité dynamique
Longueur	Temps	Température	Surface	Vitesse	Débit volumique
Longueur	Temps	Température	Surface	Vitesse	Débit volumique
Nom de l'unité	Symbole	Valeur			
Unité S.I. : mètre par seconde	m/s	1 m/s			
millimètre par seconde	mm/s	0.001 m/s			
décimètre par minute	dm/min	0.1/60 m/s			
centimètre par seconde	cm/s	0.01 m/s			
mètre par minute	m/min	1/60 m/s			
décimètre par seconde	dm/s	0.1 m/s			
décimètre par minute	dam/min	10/60 m/s			
kilomètre par heure	km/h	1000/3600 m/s			
hectomètre par minute	hm/min	100/60 m/s			
décamètre par seconde	dam/s	10 m/s			
kilomètre par minute	km/min	1000/60 m/s			
pied par minute [foot per minute]	ft/min	0.00508 m/s			
pied par minute [foot per minute]	fpm	0.00508 m/s			
verge par minute [yard per minute]	yd/min	0.01524 m/s			
verge par minute [yard per minute]	ypm	0.01524 m/s			
pouce par seconde [inch per second]	in/s	0.0254 m/s			
pouce par seconde [inch per second]	ips	0.0254 m/s			
pied par seconde [foot per second]	ft/s	0.3048 m/s			
pied par seconde [foot per second]	fps	0.3048 m/s			
mile par heure [mile per hour]	mile/h	0.44704 m/s			
mile par heure [mile per hour]	mph	0.44704 m/s			
verge par seconde [yard per second]	yd/s	0.9144 m/s			
verge par seconde [yard per second]	yps	0.9144 m/s			
mile par minute [mile per minute]	mile/min	26.8224 m/s			
mile par minute [mile per minute]	mpm	26.8224 m/s			

Conversion

de pouce par seconde [inch per second] (in/s)

en mètre par seconde (m/s)

L'application dispose d'un outil permettant :

- de visualiser les facteurs de conversion des unités de mesure intégrées à l'application,
- de convertir entre-elles les unités de mesure de même grandeur physique.

OUTIL - ESTIMATION COEF. PERTE CHARGE EN ÉCOULEMENT LAMINAIRE

Estimation du coefficient de perte de pression en régime d'écoulement laminaire à partir du coefficient en régime...

Relation entre coef. perte de charge laminaire et turbulent
MILLER - Figure 14.31 (Re < 1e4)

Données d'entrée de l'écoulement laminaire

☐ V = 0.0001591549 m/s ☐ S = 0.03141593 m²

☒ Qv = 5.0000E-06 m³/s ☐ Qm = 0.00499103 kg/s

☒ d = 0.2 m ☐ Re = 31.72322

Coefficient de perte de pression en régime d'écoulement laminaire

Klam =

Coefficient de perte de pression en régime d'écoulement turbulent (Re > 1e4)

Kturb =

Viscosité cinématique du fluide

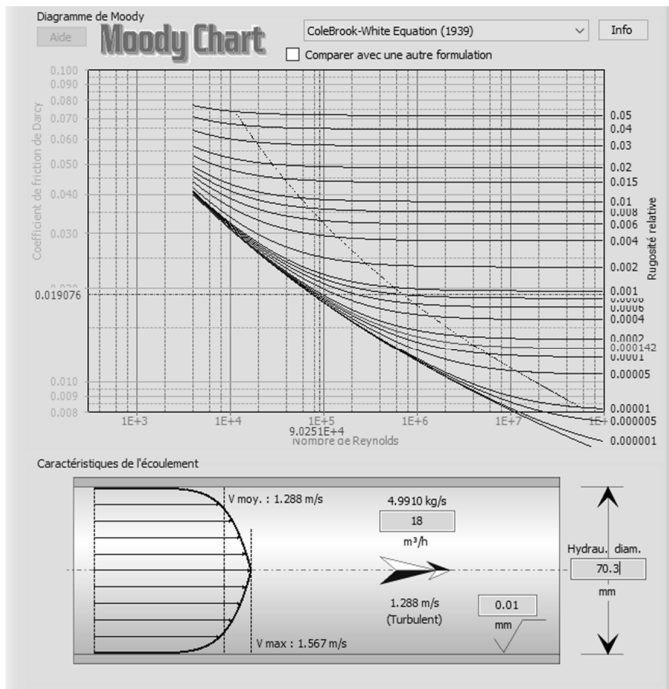
1.00340E-06 m²/s

L'application dispose d'un outil permettant d'obtenir une estimation du coefficient de perte de charge en régime d'écoulement laminaire, si le coefficient de perte de charge en régime d'écoulement turbulent est connu.

Cette méthode ne s'applique qu'aux pertes de charges singulières (accessoires de tuyauterie, vannes ...) et est basée sur l'ouvrage de référence suivant :

- Internal Flow System, D.S. Miller

OUTIL - DIAGRAMME DE MOODY



HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

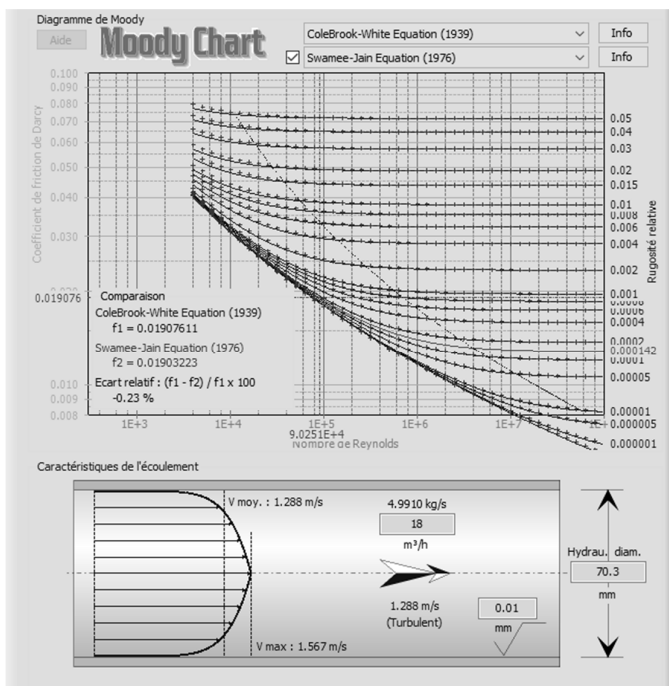
L'application dispose d'un outil permettant de calculer le coefficient de friction à partir de plus de 40 autres formulations publiées par des scientifiques reconnus. Les courbes d'iso-valeurs de rugosité relative sont tracées dans un diagramme de Moody et le point calculé y est présenté.

Le profil de vitesse de l'écoulement correspondant au point de calcul est également tracé dans un tuyau de même diamètre hydraulique que celui du composant.

45

04/06/2021

OUTIL - DIAGRAMME DE MOODY (SUITE)



HydrauCalc - © François Corre 2017-2021

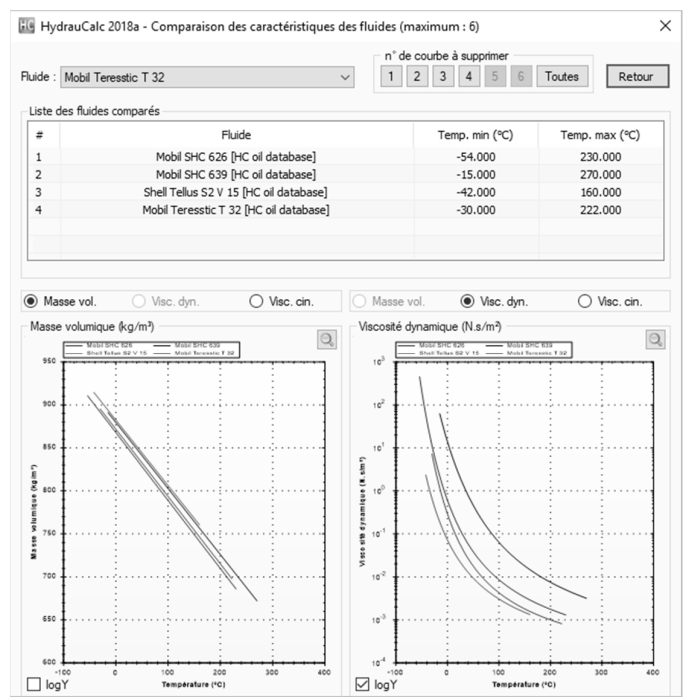
Cet outil permet également de comparer entre elles deux formulations différentes de détermination du coefficient de friction de Darcy.

L'écart relatif relevé au point de calcul est calculée et affichée sur le diagramme.

46

04/06/2021

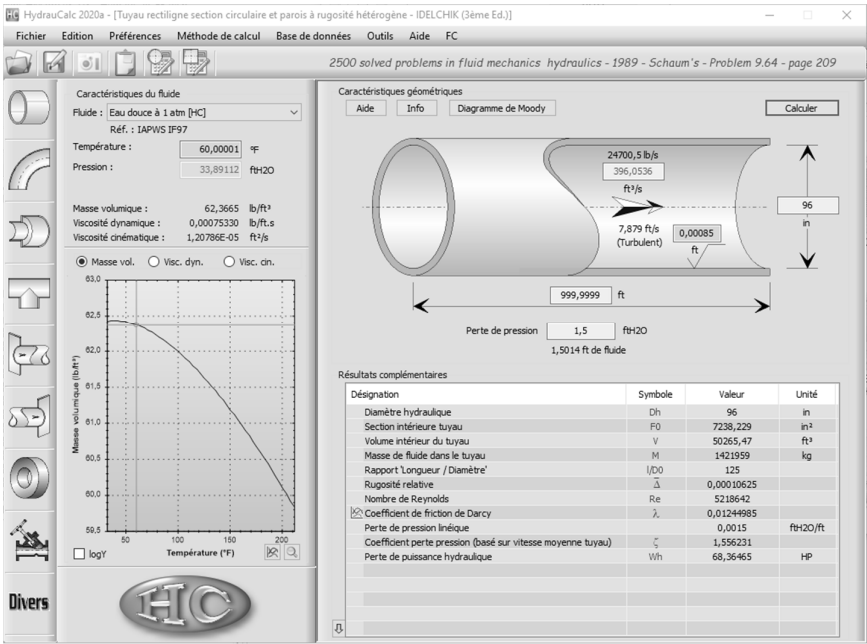
OUTIL - COMPAREUR DE FLUIDES




L'application dispose d'un outil permettant de comparer les caractéristiques des fluides intégrés à l'application ou définis par l'utilisateur (masse volumique, viscosité dynamique et viscosité cinématique).

LE RAPPORT DE CALCUL

RAPPORT DE CALCUL



Pour inclure un résultat de calcul dans un document, il est possible de copier la fenêtre à l'aide du bouton  et de la coller dans le document.


La copie d'écran contient toutes les données qui ont servi au calcul ainsi que les résultats :

- dans la barre de titre :
 - la version de l'application,
 - le type de composant calculé et la méthode de calcul utilisée,
- dans le panneau du fluide :
 - les caractéristiques du fluide utilisé
- dans le panneau du composant :
 - Les données d'entrée du composant,
 - le résultat principal recherché (valeur en couleur verte),
 - les résultats complémentaires issus du calcul.

L'EXPORTATION DE DONNÉES

EXPORTATION DE DONNÉES

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4		Tuyau rectiligne section circulaire et parois à rugosité hétérogène - IDELCHIK (3ème Ed.)					
5		Diamètre	0,3333598 m				
6		Section du tuyau	0,08728033 m²				
7		Longueur	609,6 m				
8		Rugosité absolue	4,60E-005 m				
9		Débit volumique	25,57719 m³/s				
10		Perte de pression	1,00E+009 Pa				
11		Charge de fluide	102191,5 m de fluide				
12		Coefficient perte pression	23,33955				
13		Coefficient friction Darcy	0,01276324				
14		Vitesse d'écoulement	293,0464 m/s				
15		Nombre de Reynolds	1,00E+008				
16		Perte de puissance hydraulique	2,56E+010 W				
17		Masse volumique	997,9705 kg/m³				
18		Viscosité dynamique	9,75E-004 N.s/m²				
19		Viscosité cinématique	9,77E-007 m²/s				
20							
21							

Pour chaque composant, les données d'entrée et les principaux résultats peuvent être copiés dans le presse-papier, à l'aide du bouton , pour les réutiliser dans une autre application, tableur par exemple.

EXPORTATION DE DONNÉES

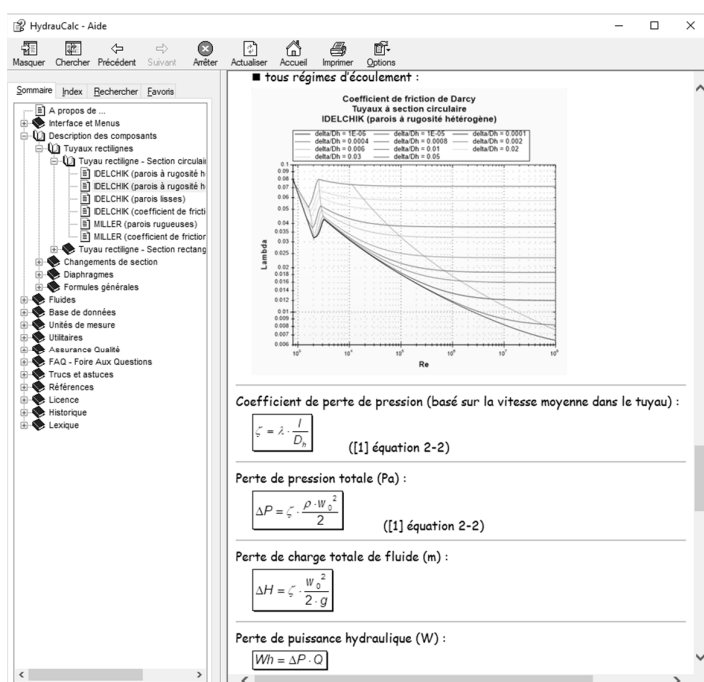
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2		Référence :	Pipe Flow - A Practical and Comprehensive Guide (2012) - Example 7.4 - page 71													
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																
38																
39																
40																
41																
42																
43																
44																

L'exportation des données et résultats principaux vers un tableur permet d'effectuer des calculs complémentaires comme par exemple :

- Calcul de la perte de pression totale du circuit en sommant les pertes de pression de chaque composant.
- Recherche du débit circulant dans le circuit à partir de la somme des coefficients de perte de pression et à l'aide du solveur intégré au tableur.

L'ASSURANCE QUALITÉ

DOCUMENTATION TECHNIQUE



En général, chaque composant possède plusieurs méthodes de calcul qui sont issues de différents ouvrages de référence. Pour tous les composants, chaque méthode de calcul est détaillée dans un document technique comprenant :

- Une description de la méthode utilisée
- La formulation mathématique du modèle
- La nomenclature utilisée pour les équations
- Le domaine de validité de la formulation
- Un exemple d'application
- La ou les références bibliographiques utilisées pour la modélisation

VALIDATION DES MODÈLES DES COMPOSANTS

HydrauCalc est livré avec un document qui fournit une comparaison des résultats du logiciel avec une série d'exemples publiés dans des références bien connues et respectées. Les exemples d'analyse hydraulique incluent les calculs de débit, de chute de pression et de dimensionnement des conduites pour des fluides compressibles et incompressibles.

Les résultats obtenus par l'application HydrauCalc sont très proches des résultats publiés.

A chaque nouvelle version du logiciel, une série de tests est effectuée pour vérifier la non régression des fonctionnalités du logiciel.

LA FEUILLE DE ROUTE

FEUILLE DE ROUTE

Prochaine version (version 2021b) :

- Ajout de nouveaux composants.
- Ajout d'une bibliothèque de fonctions Excel permettant d'effectuer des calculs de pertes de pression dans une feuille de calcul Microsoft Excel® (voir bref descriptif en pages suivantes).

Versions suivantes :

- Ajout progressif de nouveaux composants.

Qu'est-ce que HydrauCalcXL Add-in?

HydrauCalcXL Add-in est une bibliothèque de fonctions qui a été développée pour calculer les pertes de pression de composants hydrauliques dans Microsoft Excel®. Cette bibliothèque permet l'appel direct de fonctions relatives au calcul de pertes de pression. Elle est issue de l'application HydrauCalc qui est basée principalement sur des références reconnues et respectées dans le domaine du calcul de débits et de pertes de pression.

Les fonctions HydrauCalcXL peuvent être utilisées via l'interface utilisateur d'Excel, tout comme les propres fonctions intégrées d'Excel.

L'utilisation conjointe de cette bibliothèque et du solveur intégré à Excel® (solveur de systèmes d'équations non-linéaires) permet de résoudre des problèmes d'écoulement itératifs et d'effectuer des analyses d'optimisation multi-variables de systèmes fluides.

Les fonctions de la bibliothèque HydrauCalcXL

La bibliothèque HydrauCalcXL comprend trois types de fonctions :

- ❑ des fonctions de calcul de pertes de pression de composants de tuyauterie tels que tuyaux rectilignes, coudes, changements de section, bifurcations, diaphragmes, grilles, entrées de circuit, sorties de circuit (54 fonctions),
- ❑ des fonctions de calcul entre les différentes variables entrant dans les formules générales de pertes de pression (perte de pression, coefficient de perte de pression, coefficient de débit, débit volumique, débit massique, nombre de Reynolds, vitesse d'écoulement, ...) (81 fonctions),
- ❑ des fonctions de conversion d'unités de mesure entre elles (17 fonctions).

Les composants de tuyauterie disponibles

Tuyaux rectilignes :



Coudes :



Bifurcations :



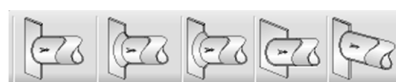
Diaphragmes :



Changements de sections :



Entrées de circuit :



Sorties de circuit :

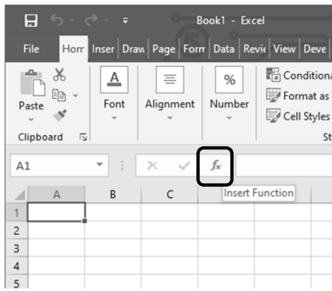


Grilles :

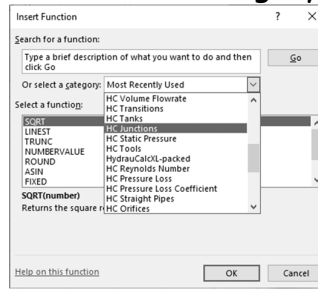


Exemple d'appel de fonction d'un composant

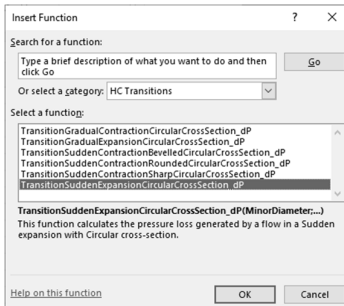
1. Insert Function



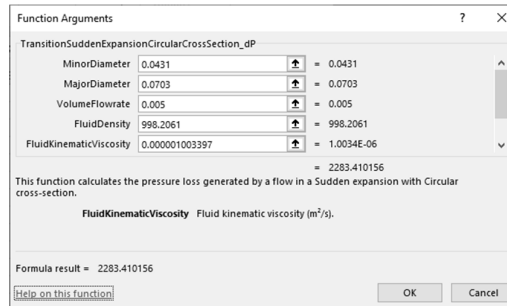
2. Select a category



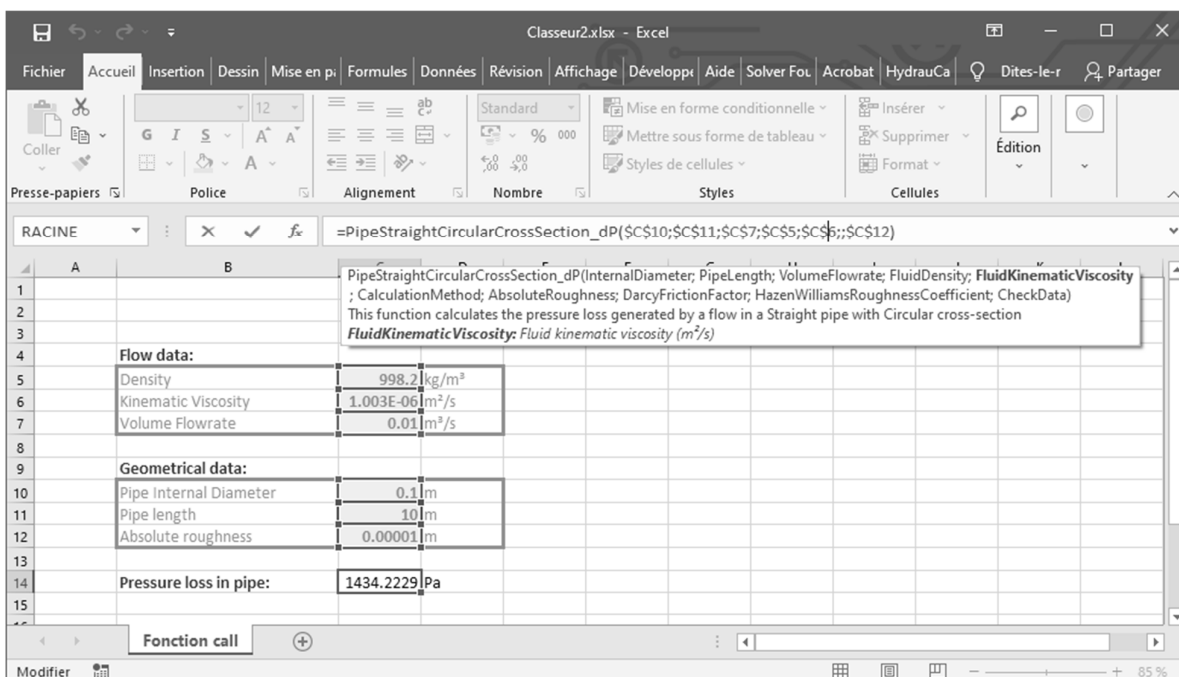
3. Select a function



4. Enter function arguments



Exemple d'appel de fonction d'un composant

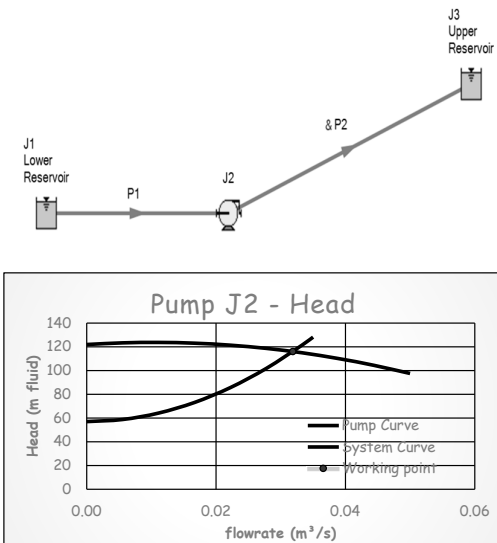


Exemples de systèmes résolus à l'aide de HydraulCalcXL et du solveur d'Excel

Référence : AFT Fathom 10

Titre : Examples - Sizing a pump

Recherche : Point de fonctionnement pompe

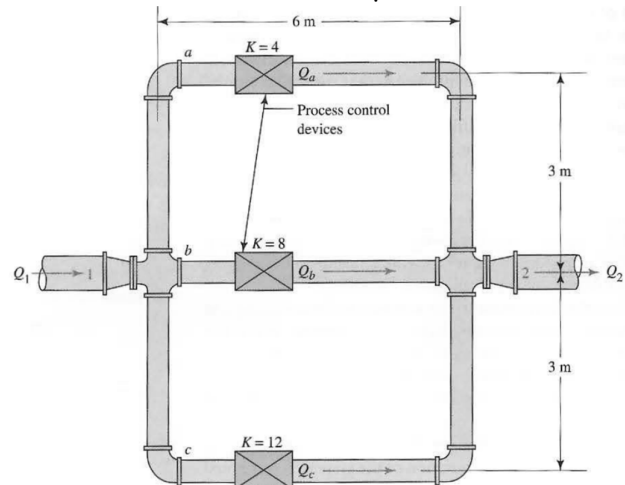


HydraulCalc - © François Corre 2017-2021

Référence : Applied Fluid Mechanics

Titre : Example 12.4 page 309

Recherche : Débit dans chaque branche



Note: Inlet and outlet pipes: DN 50 Sch. 40
Branch pipes a, b, and c: DN 25 Sch. 40
Elbows are standard

63

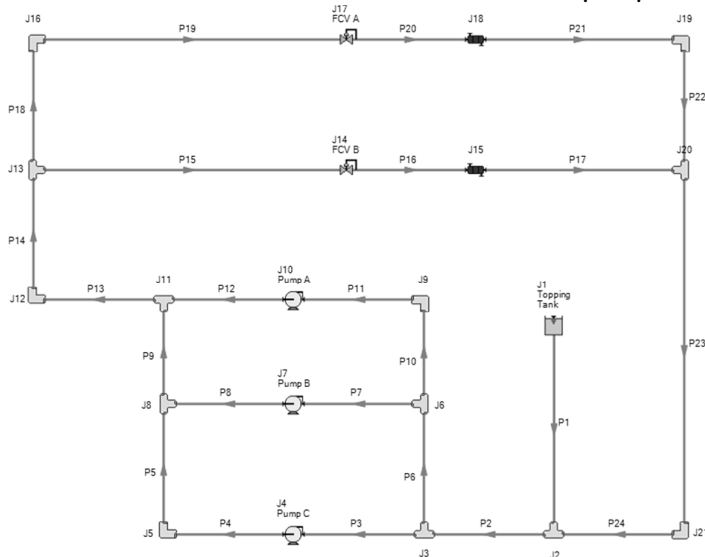
04/06/2021

Exemples de systèmes résolus à l'aide de HydraulCalcXL et du solveur d'Excel

Référence : AFT Fathom 10

Titre : Examples - Hot Water System

Recherche : Points de fonctionnement des pompes

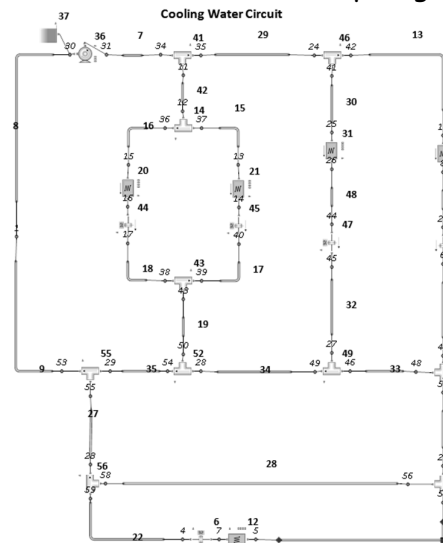


HydraulCalc - © François Corre 2017-2021

Référence : Flomaster v2020

Titre : Marine Cooling System

Recherche : Diamètres diaphragmes d'équilibrage

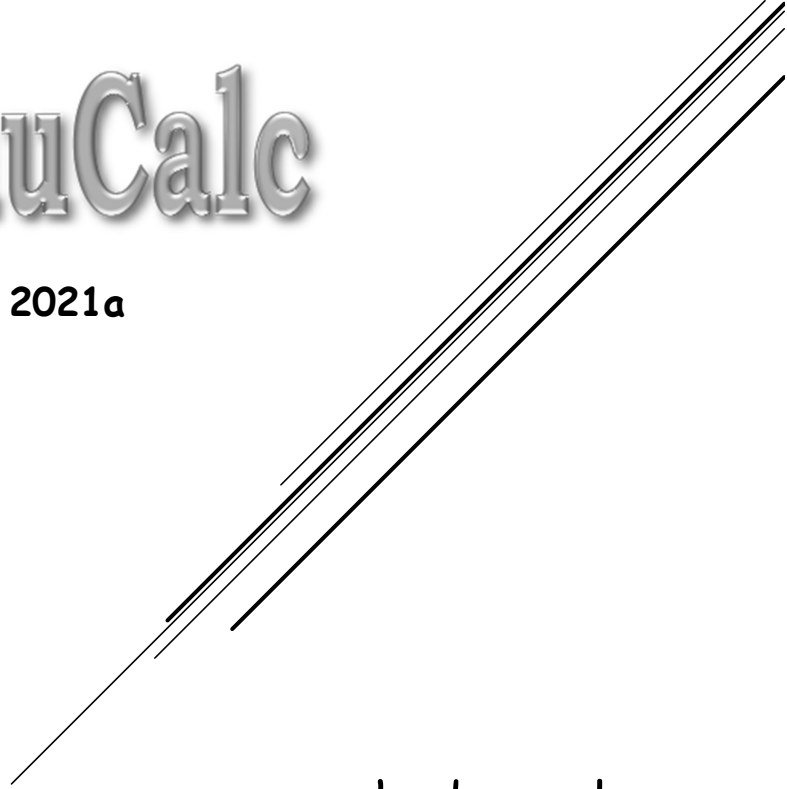


64

04/06/2021

HydrauCalc

Version 2021a



www.hydraucalc.com