

HydrauCalcXL

Version 2024a

www.hydraucalc.com

1

Qu'est-ce que HydrauCalcXL Add-in?

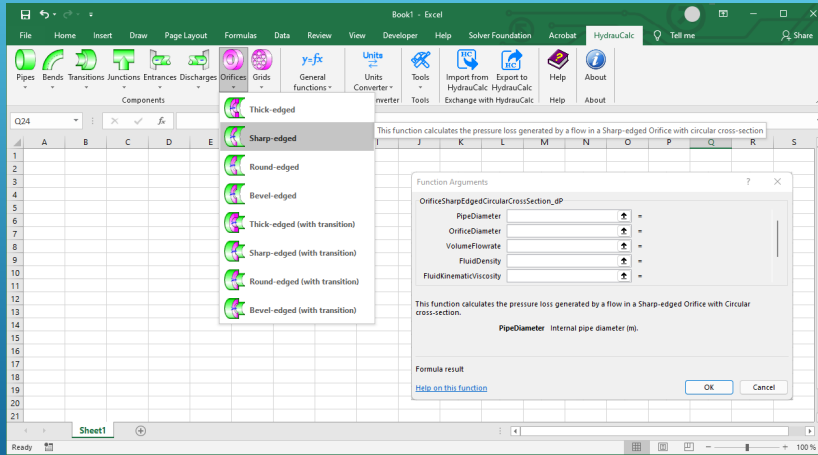
2

Qu'est-ce que HydraulCalcXL Add-in?

- ▶ HydraulCalcXL 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 HydraulCalcXL qui est basée principalement sur des références reconnues et respectées dans le domaine du calcul de débits et de pertes de pression.
- ▶ Les fonctions HydraulCalcXL 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.

L'interface graphique Excel

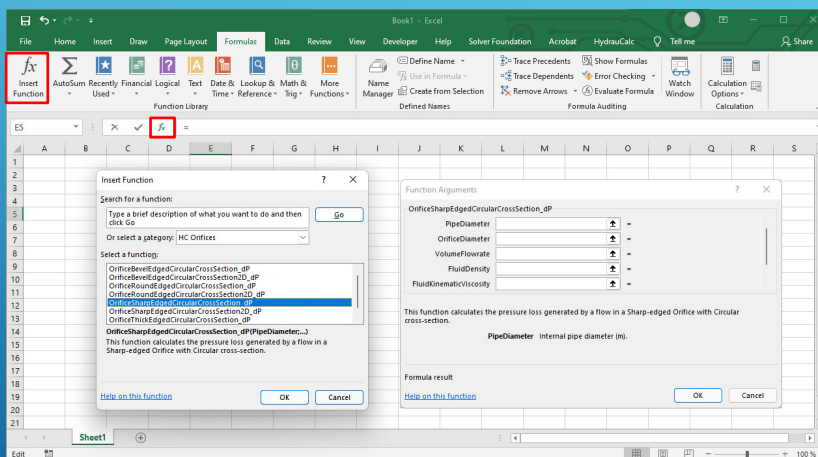
Interface graphique Excel



- ▶ L'onglet HydraulCalcXL comporte un ruban qui permet d'appeler les différentes fonctions de la librairie.
- ▶ A partir de cette interface, l'utilisateur insère les fonctions des composants qu'il souhaite évaluer.
- ▶ Cette interface est intuitive et très facile à utiliser.

5

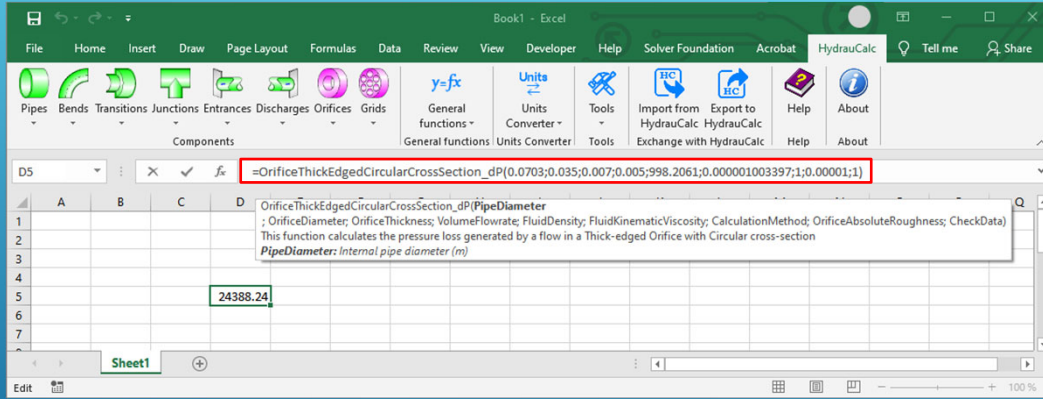
Interface graphique Excel



- ▶ Les fonctions de la librairie peuvent également être sélectionnées à partir des boutons "Insert Function" de l'onglet "Formulas" ou de la barre des fonctions.
- ▶ Cette interface est moins conviviale et moins facile à utiliser que la précédente.

6

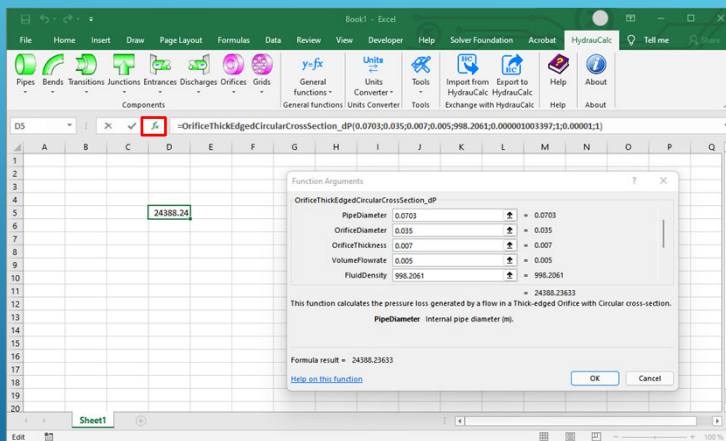
Interface graphique Excel



Lorsque qu'une fonction est incréée dans une cellule du tableur, il est possible, par la suite, de modifier les paramètres de la fonction en l'affichant dans la barre des formules.

7

Interface graphique Excel



► Les paramètres des fonctions peuvent aussi être modifiés en sélectionnant le bouton "Insert Function" de la barre des fonctions.

8

Les fonctions de la bibliothèque HydrauCalcXL

9

Les fonctions de la bibliothèque HydrauCalcXL

Les fonctions de la bibliothèque sont accessibles via le ruban de l'onglet HydrauCalc.

La bibliothèque comprend quatre 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 (74 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, ...) (103 fonctions),
- ❑ des fonctions de conversion d'unités de mesure entre elles (17 fonctions),
- ❑ des fonctions diverses (2 fonctions).

10

Les composants de tuyauterie

11

Les composants de tuyauterie disponibles

Tuyaux rectilignes :



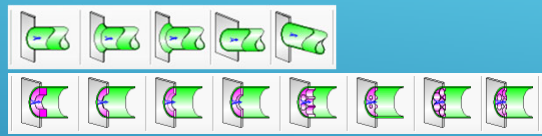
Changements de sections :



Coudes :



Entrées de circuit :



Bifurcations :



Sorties de circuit :



Diaphragmes d'équilibrage :



Grilles :



12

Arguments des fonctions de composants

Les arguments des fonctions de calcul de pertes de charge des composants sont :

- La géométrie du composant (longueur, diamètre intérieur, angle et rayon de courbure, rugosité absolue de parois , etc...).
- La caractéristique de l'écoulement (débit volumique).
- Les propriétés du fluide véhiculé (masse volumique et viscosité cinématique).

13

Exemple d'utilisation d'une fonction de composant

The screenshot illustrates the use of the `PipeStraightCircularCrossSection_dP` function in HydrauCalcXL. The spreadsheet shows the following data and formulas:

Cell	Value	Unit
Density	998.1	kg/m ³
Kinematic Viscosity	9.800E-07	m ² /s
Volume flowrate	0.005	m ³ /s
Diameter	0.0525	m
Length	6	m
Absolute roughness	5.0E-06	m

Formulas used in the spreadsheet:

- `=FlowVelocity_Qv_DI(R12,C12)` → Flow velocity: 2.310 m/s
- `=ReynoldsNumber_V_D_Mu(R12,C8)` → Reynolds number: 123796
- `=PressureLossCoefficient_dP_Qv_D_Re(D12,C12,C7)` → Pressure loss coefficient: 1.968
- `=PipeStraightCircularCrossSection_dP(IC12,C13,C10,C7,C8,E12,C4)` → Pipe pressure loss: 5239 Pa

The **Function Arguments** dialog box for `PipeStraightCircularCrossSection_dP` shows the following inputs:

- InternalDiameter: 0.0525
- PipeLength: 6
- VolumeFlowrate: 0.005
- FluidDensity: 998.1
- FluidKinematicViscosity: 9.8000000E-07

The **Help** window for the `PipeStraightCircularCrossSection_dP` function provides the following details:

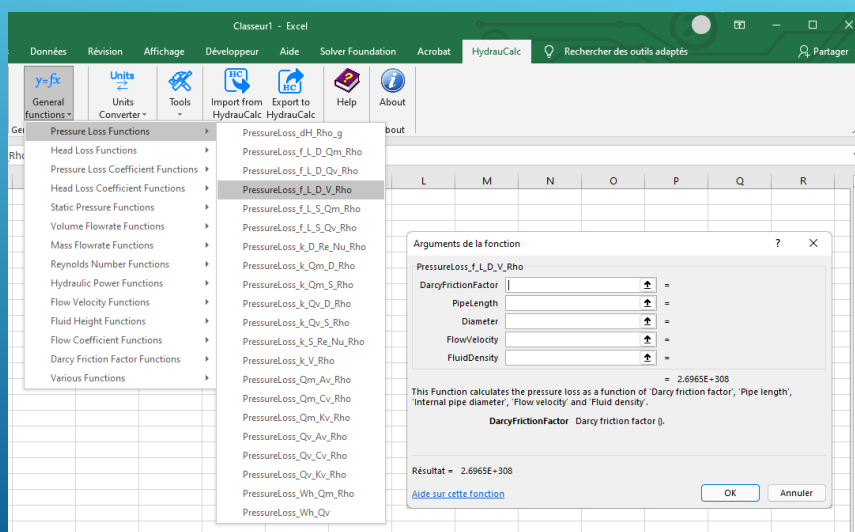
- Description:** This function calculates the pressure loss generated by a flow in a Straight pipe with Circular cross-section.
- Syntax:** `PipeStraightCircularCrossSection_dP(InternalDiameter, PipeLength, VolumeFlowrate, FluidDensity, FluidKinematicViscosity, CalculationMethod, AbsoluteRoughness, DarcyFrictionFactor, HazenWilliamsRoughnessCoefficient, CheckData)`
- Arguments:**
 - InternalDiameter:** Double: Internal pipe diameter (m)
 - PipeLength:** Double: Pipe length (m)
 - VolumeFlowrate:** Double: Volume flowrate (m³/s)
 - FluidDensity:** Double: Fluid density (kg/m³)
 - FluidKinematicViscosity:** Double: Fluid kinematic viscosity (m²/s)
 - CalculationMethod:** Int: CalculationMethod (1-7) [optional - default value = 2]
 - IDLCHK:** Uniform Roughness Walls = 1, Nonuniform Roughness Walls = 2, Smooth Walls = 3, Fixed Darcy Friction Factor = 4, Hazen-Williams Roughness Walls = 5, Miller Roughness Walls = 5, Miller Fixed Darcy Friction Factor = 6, Hazen-Williams Roughness Walls = 7
 - AbsoluteRoughness:** Double: Absolute roughness (m) [optional - used only if CalculationMethod = 1, 2 or 5]
 - DarcyFrictionFactor:** Double: Darcy friction factor (optional - used only if CalculationMethod = 4 or 6)
 - HazenWilliamsRoughnessCoefficient:** Double: Hazen-Williams roughness coefficient (optional - used only if CalculationMethod = 7)
 - CheckData:** Int: Check input data and results (0/1) [optional - default value = 0]

14

Les fonctions de formules générales

15

Les fonctions de formules générales



16

Exemple d'utilisation de fonctions de formules générales

The screenshot displays the HydraulCalcXL interface. The spreadsheet contains the following data:

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
2																											
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																											
45																											
46																											

The 'Function Arguments' window shows the following values:

- PressureLoss [Pa]: 6095.28926
- VolumeFlowrate [Qv]: 0.005
- Diameter [D]: 0.0525
- FluidDensity [ρ]: 998.1
- Formula result: 2.286

The 'PressureLossCoefficient_dP_Qv_D_Rho function' window provides the following information:

Description: This function calculates the pressure loss coefficient as a function of 'Pressure loss', 'Volume flowrate', 'Internal pipe diameter' and 'Fluid density'.

Syntax: PressureLossCoefficient_dP_Qv_D_Rho (PressureLoss, VolumeFlowrate, Diameter, FluidDensity)

Arguments:

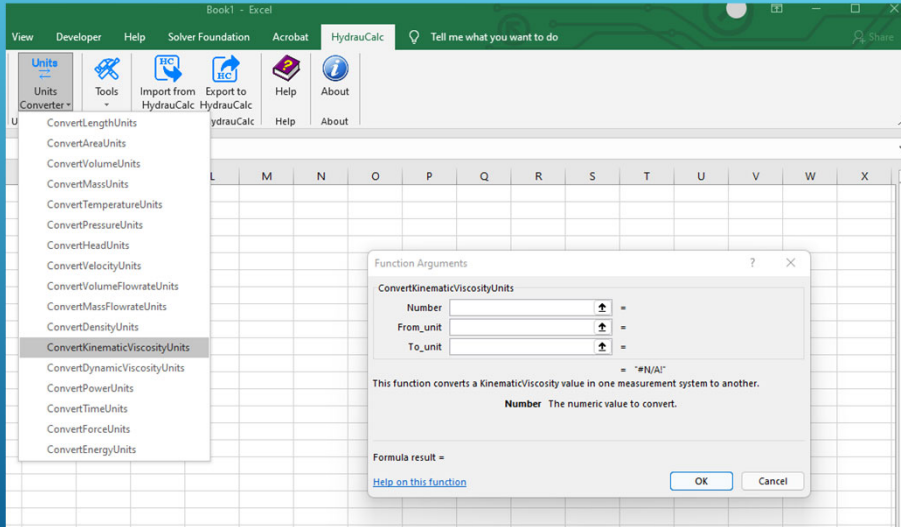
- PressureLoss [Pa]: Double Pressure loss (Pa)
- VolumeFlowrate [Qv]: Double Volume flowrate (m³/s)
- Diameter [D]: Double Diameter (m)
- FluidDensity [ρ]: Double Fluid density (kg/m³)

Formula:

$$k = \frac{dP}{0.5 \rho \frac{Qv^2}{(\pi D^4/4)}}$$

Les fonctions de conversion d'unités de mesure

Les fonctions de conversion d'unités de mesure

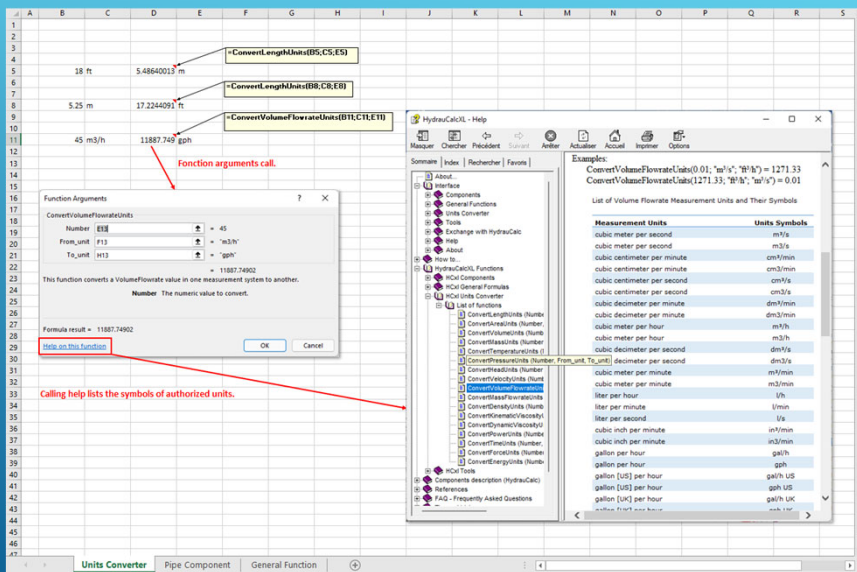


HydraulCalcXL - © François Corre 2022-2024

19
14/11/2024

19

Exemple d'utilisation de fonctions de conversion d'unités de mesure



HydraulCalcXL - © François Corre 2022-2024

20
14/11/2024

20

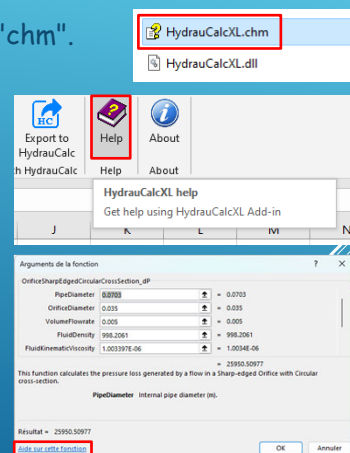
Documentation technique

21

Appel de la documentation

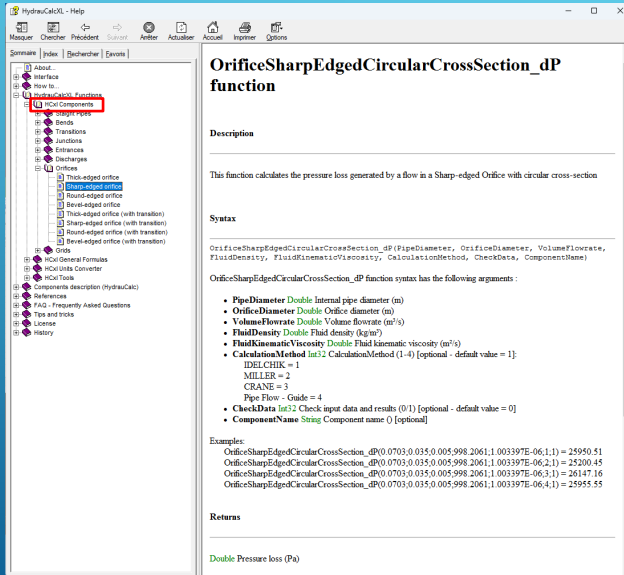
Un fichier d'aide contenant la documentation est associé à la bibliothèque de fonctions HydrauCalcXL. Cet aide peut être affiché des manières suivantes :

- En sélectionnant directement le fichier d'aide d'extension "chm".
- A l'aide d'un bouton situé dans le ruban d'HydrauCalcXL.
- A partir de la fenêtre de saisie des arguments des fonctions incorporées à HydrauCalcXL. Dans ce cas le fichier d'aide s'ouvre directement dans la rubrique d'aide correspondant à la fonction sélectionnée.



22

Documentation des fonctions de composants (1)

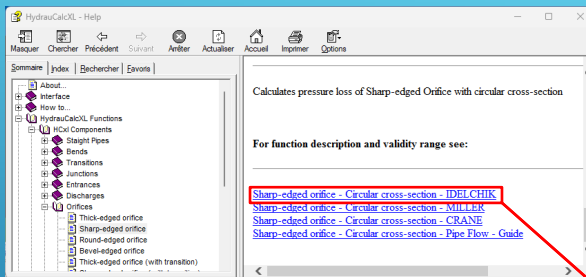


Les fonctions de composants sont décrites dans les sous-rubriques de la rubrique « HCxl Components ».

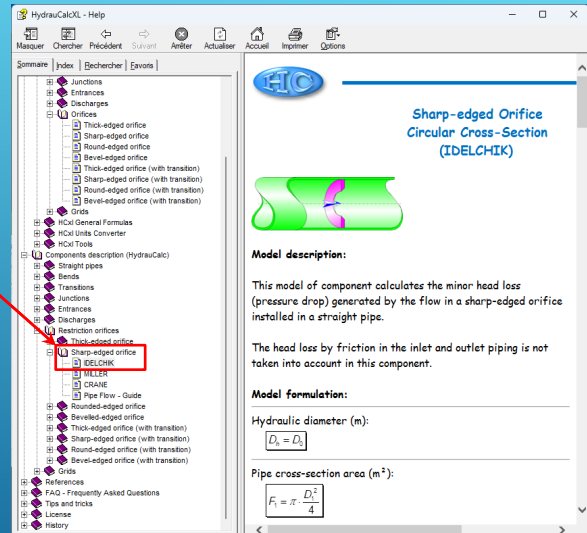
On y trouve pour chaque fonction :

- Une description de la fonction.
- La syntaxe de la fonction.
- Les paramètres de la fonction avec leur unité de mesure.
- Des exemples d'utilisation de la fonction pour différentes valeur de paramètres.

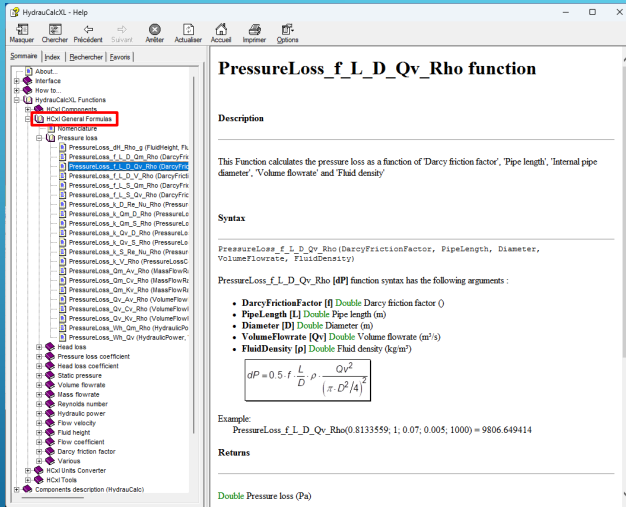
Documentation des fonctions de composants (2)



La documentation des composants comporte également des liens qui pointent vers les rubriques décrivant les équations mathématiques utilisées pour la méthode de calcul choisie. Ces rubriques sont issues de la documentation de l'application HydrCalc.



Documentation des fonctions générales

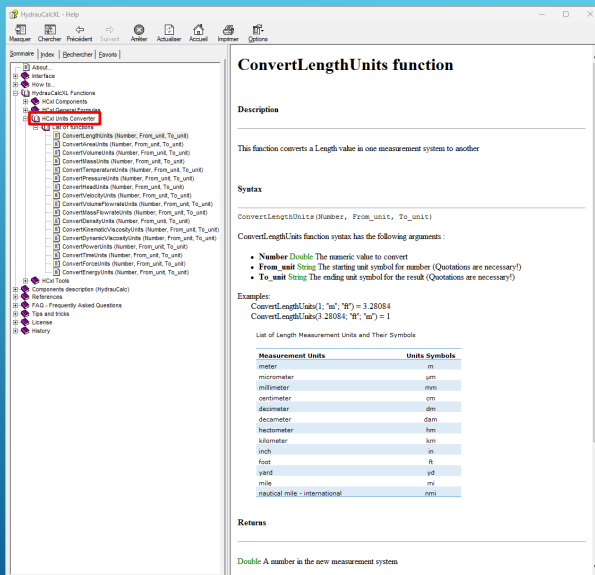


Les fonctions générales sont décrites dans les sous-rubriques de la rubrique « HCxl General Formulas ».

On y trouve pour chaque fonction :

- Une description de la fonction.
- La syntaxe de la fonction.
- Les paramètres de la fonction avec leur unité de mesure.
- L'équation mathématique utilisée pour la fonction.
- Un exemple d'utilisation de la fonction.

Documentation des fonctions de conversion d'unités

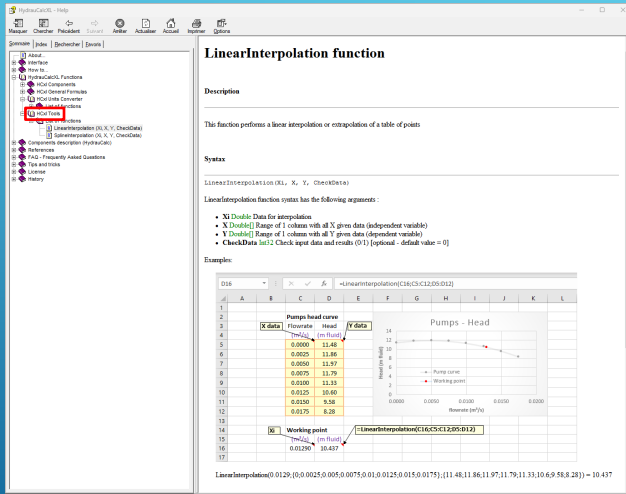


Les fonctions de conversion d'unités sont décrites dans les sous-rubriques de la rubrique « HCxl Units Converter ».

On y trouve pour chaque fonction :

- Une description de la fonction.
- La syntaxe de la fonction.
- Les paramètres de la fonction.
- Des exemples d'utilisation de la fonction.
- La liste des unités disponibles et leurs symboles à saisir

Documentation des fonction d'outils



Les fonctions d'outils sont décrites dans les sous-rubriques de la rubrique « HCxl Tools».

On y trouve pour chaque fonction :

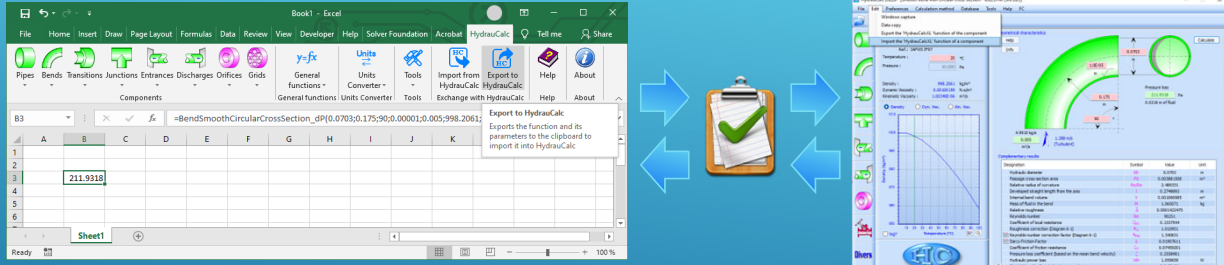
- Une description de la fonction.
- La syntaxe de la fonction.
- Les paramètres de la fonction.
- L'équation mathématique utilisée pour la fonction.
- Un exemple d'utilisation de la fonction.

Echange de données avec l'application Hydracalc

Echange de données avec l'application HydraulCalc

Bibliothèque HydraulCalcXL

Application HydraulCalc



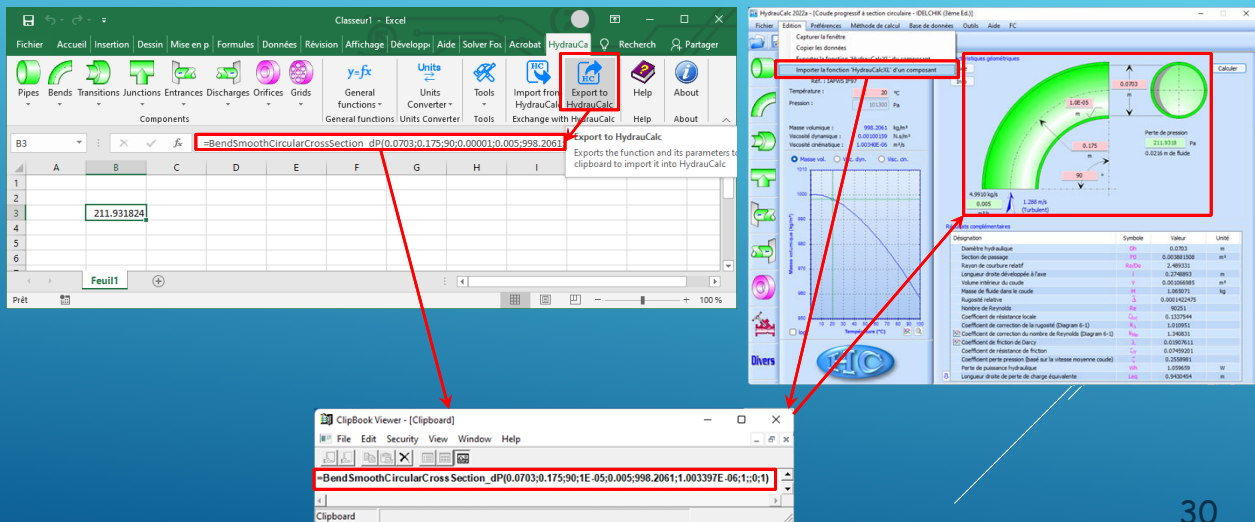
Les données peuvent être échangées entre la bibliothèque "HydraulCalcXL" et l'application "HydraulCalc" via le presse-papier.

29

Exportation de données vers HydraulCalc

1 - Export de la fonction vers Clipboard

2 - Import de la fonction depuis Clipboard

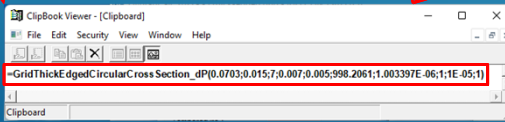
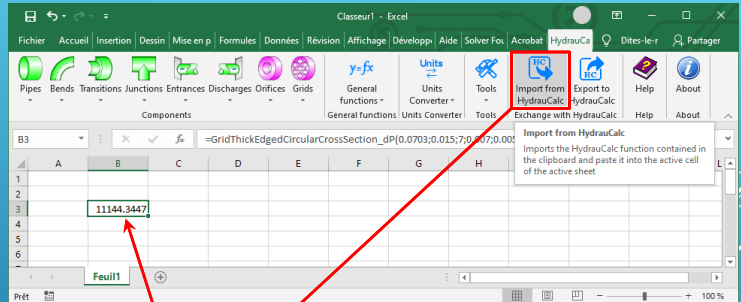
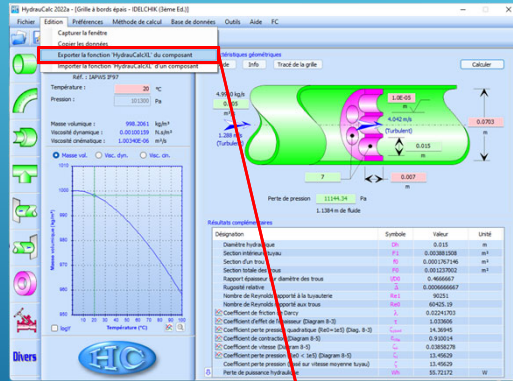


30

Importation de données depuis HydrauCalc

1 - Export de la fonction vers Clipboard

2 - Import de la fonction depuis Clipboard



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

- Recherche : la HMT de la pompe et le point de fonctionnement du système.
- Le débit de la pompe est une donnée d'entrée. Les fonctions intégrées à HydraulCalcXL permettent de calculer explicitement (calcul direct sans itérations) la perte de charge des composants.

Reference: Internal Flow Systems - 2ed - D.S. Miller (1990) - Simple system - Fig. 3.1 - page 28
Find: the pump head and the system working point

Legend
 Input data: Yellow
 Excel calculation: Green
 HydraulCalc calculation: Blue
 Variable name: Purple
 Unit symbol: Red
 Content of neighboring cell: Grey

Data verification
 Check data (Q/I): Cd = 1

Fluid data (Water 20°C)
 Density rho = 1000 kg/m³
 Kinematic Viscosity nu = 1.10E-06 m²/s

Volume flow rate
 Q = 2.75 m³/s

Pipe data

Name	Diameter (m)	Length (m)	Darcy friction factor
P1	0.8	90	0.015
P2	0.8	640	0.015

Reflux valve

Name	Diameter (m)	Pressure loss coef.
V1	0.8	0.5

System entrance (rounded entrance)

Name	Diameter (m)	Round radius (m)
E1	0.8	0.09

System discharge (sharp-edged discharge)

Name	Diameter (m)
D1	0.8

Reservoir data

Name	Surface elevation (m)
R1	1.5
R2	8.5

Pump characteristic

Flowrate (m³/s)	Head (m fluid)
0.00	33.123
0.50	32.826
1.00	32.364
1.50	31.759
2.00	30.768
2.50	29.433
3.00	27.211
3.50	22.813

Pump - Head (Graph)

System characteristic

Flowrate (m³/s)	Head (m fluid)
0.00	7.000
0.50	7.711
1.00	9.844
1.50	13.398
2.00	18.375
2.50	24.773
3.00	32.594

System working point (Graph)

Total pressure loss
 dp = 210899 Pa = dp_E1 + dp_P1 + dp_V1 + dp_P2 + dp_D1

Total head loss
 HL = 21.506 m fluid = HeadLoss_dp_rho_g(dp/rho)

Static lift
 SL = 7.000 m fluid = H_R2 - H_R1

Pump head
 HP = 28.506 m fluid = HL + HL

- Recherche : le débit et le point de fonctionnement du système.
- La HMT de pompe est une donnée d'entrée. L'utilisation du solveur Excel est nécessaire pour résoudre le système et trouver le débit.

Reference: Internal Flow Systems - 2ed - D.S. Miller (1990) - Simple system - Fig. 3.1 - page 28
Find: the flowrate and the system working point

Legend
 Input data: Yellow
 Excel calculation: Green
 HydraulCalc calculation: Blue
 Variable name: Purple
 Unit symbol: Red
 Content of neighboring cell: Grey

Data verification
 Check data (Q/I): Cd = 1

Fluid data (Water 20°C)
 Density rho = 1000 kg/m³
 Kinematic Viscosity nu = 1.10E-06 m²/s

Pump head
 HP = 28.6 m fluid

Pipe data

Name	Diameter (m)	Length (m)	Darcy friction factor
P1	0.8	90	0.015
P2	0.8	640	0.015

Reflux valve

Name	Diameter (m)	Pressure loss coef.
V1	0.8	0.5

System entrance (rounded entrance)

Name	Diameter (m)	Round radius (m)
E1	0.8	0.09

System discharge (sharp-edged discharge)

Name	Diameter (m)
D1	0.8

Reservoir data

Name	Surface elevation (m)
R1	1.5
R2	8.5

Pump characteristic

Flowrate (m³/s)	Head (m fluid)
0.00	33.123
0.50	32.826
1.00	32.364
1.50	31.759
2.00	30.768
2.50	29.433
3.00	27.211
3.50	22.813

Pump - Head (Graph)

System characteristic

Flowrate (m³/s)	Head (m fluid)
0.00	7.000
0.50	7.711
1.00	9.844
1.50	13.398
2.00	18.375
2.50	24.773
3.00	32.594

System working point (Graph)

Solver data
 Value to be computed by solver (variable cells):
 Flowrate = 2.256 m³/s
 Constraints:
 HP - HL = 0 = 0.0 Pa = HP - HL - SL

Total pressure loss
 dp = 211824 Pa = dp_E1 + dp_P1 + dp_V1 + dp_P2 + dp_D1

Total head loss
 HL = 21.600 m fluid = HeadLoss_dp_rho_g(dp/rho)

Static lift
 SL = 7.000 m fluid = H_R2 - H_R1

- Recherche : le débit volumique de chaque branche.
- Ce problème illustre l'utilisation d'Excel pour résoudre un ensemble d'équations non linéaires couplées pour des débits inconnus.

Reference: Introduction to Fluid Mechanics - Fox and McDonald's - 9th Ed - Example 8.11 - page 323
Find: the volume flowrate of each branch

Legend
 Input data: Yellow
 Excel calculation: Orange
 HydraulCalc calculation: Purple
 Variable name: Green
 Unit symbol: Blue
 Content of neighboring cell: Grey

Data verification
 Check data (0/1): 1

Fluid data (Water 23°C)
 Density: $\rho = 998.24 \text{ kg/m}^3$
 Kinematic Viscosity: $\nu = 1.00E-06 \text{ m}^2/\text{s}$

Static head
 pt1: $H_{pt1} = 30.48 \text{ m}$
 pt5: $H_{pt5} = 0 \text{ m}$

Pipe data

Name	Diameter (m)	Length (m)	Absolute roughness (m)
Pipe A	0.0381	3.048	2.591E-04
Pipe B	0.0381	6.096	2.591E-04
Pipe C	0.0508	3.048	2.591E-04
Pipe D	0.0381	3.048	2.591E-04
Pipe E	0.0381	1.524	2.591E-04
Pipe F	0.0254	3.048	2.591E-04
Pipe G	0.0381	3.048	2.591E-04
Pipe H	0.0508	1.524	2.591E-04

Pipe pressure loss

Pipe	Pressure Loss (Pa)
Pipe A	114932
Pipe B	43446
Pipe C	25070
Pipe D	114932
Pipe E	18573
Pipe F	20807
Pipe G	20807
Pipe H	4056

Pipe head loss

Pipe	Head Loss (m)
Pipe A	11.740
Pipe B	4.438
Pipe C	2.561
Pipe D	11.740
Pipe E	1.857
Pipe F	2.125
Pipe G	2.125
Pipe H	0.415

Solver data
 Value to be computed by solver (variable cells):
 Pipe A: $Q_A = 0.010548 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe B: $Q_B = 0.004566 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe F: $Q_F = 0.001513 \text{ m}^3/\text{s}$

Constraints:
 $Q_A + Q_B + Q_C + Q_D + Q_E = 0$
 $Q_D + Q_E + Q_F + Q_G + Q_H = 0$
 $Q_G - Q_H = 0$

Deducted flowrate:
 Pipe C: $Q_C = 0.01055 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe D: $Q_D = 0.01055 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe E: $Q_E = 0.005982 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe G: $Q_G = 0.00447 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe H: $Q_H = 0.00598 \text{ m}^3/\text{s}$

Static lift:
 SL: 30.480 m

- Recherche : le débit dans chaque tuyau.
- Ce problème illustre l'utilisation d'Excel pour résoudre un ensemble d'équations non linéaires couplées pour des débits inconnus.
- Cet exemple montre également l'utilisation des fonctions de conversion d'unités.

Reference: Fundamentals of Fluid Mechanics - Munson - 8th Ed - Example 8.14 - page 458
Find: the flowrate in each pipe

Pipe data

Pipe	Diameter (ft)	Length (ft)
P1	1	1000
P2	1	900
P3	1	400

Pipe head loss

Pipe	Head Loss (ft)
P1	76.79
P2	1.25
P3	21.25

Solver data
 Value to be computed by solver (variable cells):
 Pipe 1: $Q_1 = 0.9602 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe 2: $Q_2 = 0.2998 \text{ m}^3/\text{s}$
 Pipe 3: $Q_3 = 2.232 \text{ m}^3/\text{s}$

Constraints:
 $Q_1 - Q_2 - Q_3 = 0$
 $Q_2 - Q_3 = 0$

Deducted flowrate:
 Pipe 1: $Q_1 = 0.9401 \text{ m}^3/\text{s}$

- Recherche : le coefficient de perte de charge des deux vannes de régulation pour permettre le débit souhaité dans chaque échangeur de chaleur et le point de fonctionnement de la pompe.
- Cet exemple montre un équilibrage de réseau simple.

HydrauCalcXL - © François Corre 2022-2024

Reference: AFT Fathom 10 - Examples - Pump Sizing and Selection with Flow Control Values
Find: the pressure loss coefficient of the two control valves to allow a flowrate of 25 m³/h (0.000684 m³/s) in each heat exchanger

The screenshot displays the HydrauCalcXL software interface. It features a central hydraulic network diagram with pumps (P1-P7), valves (V1, V2), and heat exchangers (HE1, HE2). The interface is divided into several sections:

- Legend:** Defines symbols for pipes, pumps, valves, and heat exchangers.
- Data verification:** Shows input parameters like density (998.206 kg/m³) and dynamic viscosity (0.000727 Pa·s).
- Flow data:** A table listing pipe names, diameters, lengths, and absolute roughnesses.
- Head Exch & H:** A graph showing the pressure loss characteristics of the heat exchangers.
- Pump Head:** A graph showing the head vs. flow rate for the pumps.
- System Results:** A table of static pressures at various nodes (n1-n14) and a table of flow rates.
- Pressure evolution:** A graph showing the pressure drop across different components of the system.

- Recherche : le débit volumique dans la boucle.
- Ce problème illustre l'utilisation du solveur d'Excel pour déterminer le débit dans la boucle.

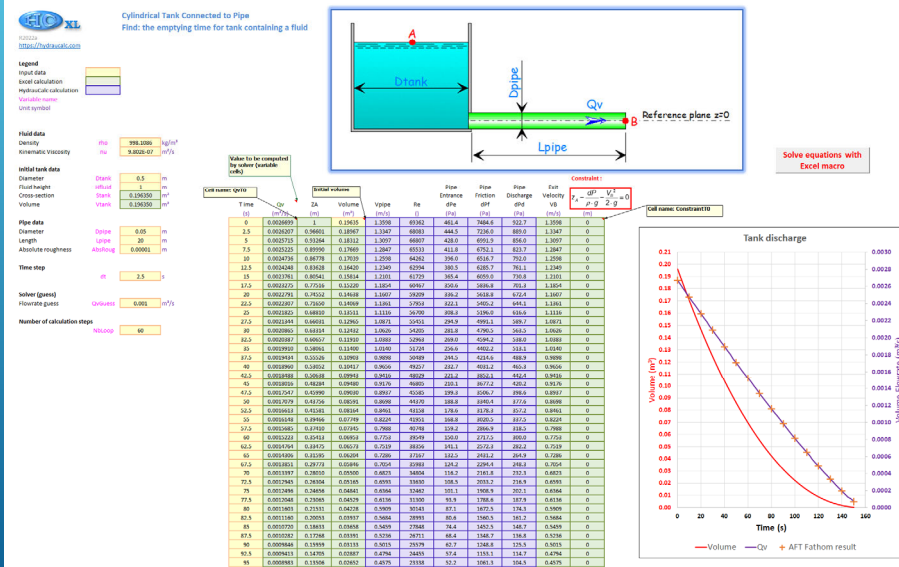
HydrauCalcXL - © François Corre 2022-2024

Reference: AFT Fathom 10 - Examples - Heat Exchanger System
Find: the volume flowrate in the loop

The screenshot displays the HydrauCalcXL software interface. It features a central hydraulic network diagram with pumps (P1-P7), valves (V1, V2), and heat exchangers (HE1, HE2). The interface is divided into several sections:

- Legend:** Defines symbols for pipes, pumps, valves, and heat exchangers.
- Data verification:** Shows input parameters like density (998.206 kg/m³) and dynamic viscosity (0.000727 Pa·s).
- Flow data:** A table listing pipe names, diameters, lengths, and absolute roughnesses.
- Head Exch & H:** A graph showing the pressure loss characteristics of the heat exchangers.
- Pump Head:** A graph showing the head vs. flow rate for the pumps.
- System Results:** A table of static pressures at various nodes (n1-n14) and a table of flow rates.
- Pressure evolution:** A graph showing the pressure drop across different components of the system.

- Recherche : le temps de vidange d'un réservoir contenant un fluide.
- Ce problème illustre l'utilisation du Solveur Excel pour effectuer l'analyse transitoire d'un système.



HydraulCalcXL - © François Corre 2022-2024

41
14/11/2024

41

HydraulCalcXL

Version 2024a

www.hydraucalc.com

42