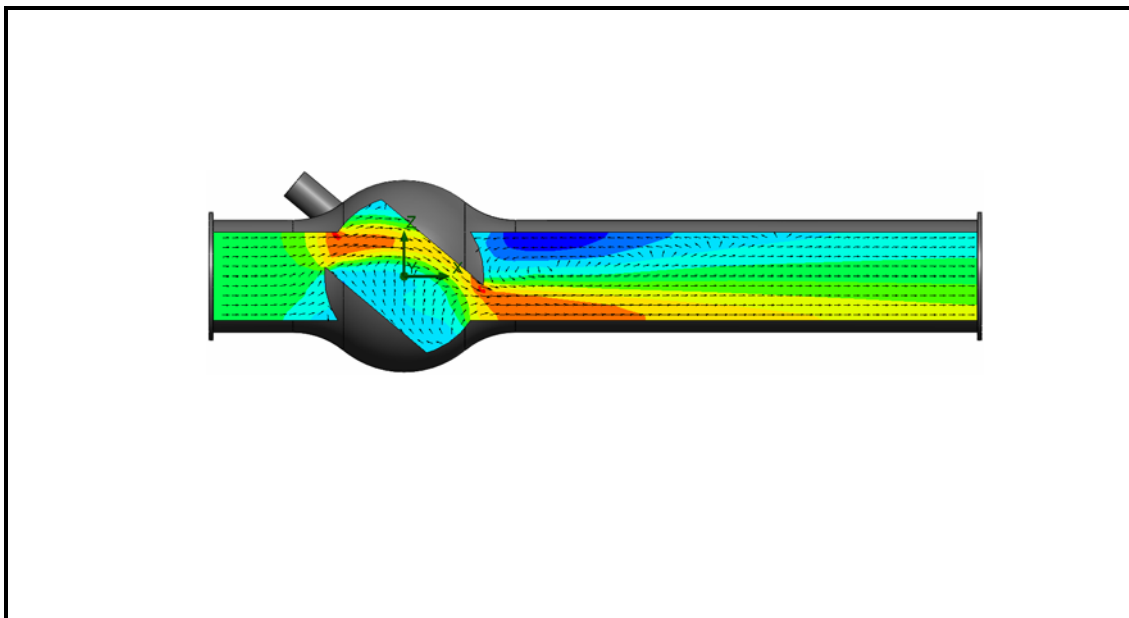


Introduction aux applications d'analyse d'écoulement avec SolidWorks Simulation, Guide de l'étudiant



© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, une société Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 Etats-Unis. Tous droits réservés.

Les informations et le logiciel dont il est question dans ce document sont sujets à des modifications sans avis préalable et ne constituent pas un engagement de la part de Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

Aucun matériel ne peut être reproduit ou transmis, quels que soient la manière, les moyens utilisés, électroniques ou mécaniques, ou le but, sans l'autorisation écrite formelle de DS SolidWorks.

Le logiciel constituant l'objet de ce document est fourni sous licence, et ne peut être utilisé et reproduit que conformément aux termes de la licence. Toutes les garanties données par DS SolidWorks concernant le logiciel et la documentation qui l'accompagne sont énoncées dans le Contrat de licence et aucun des termes explicites ou implicites de ce document ne peut être considéré comme une modification ou un amendement des termes de ce contrat de licence, y compris ses garanties.

Avis de brevets

Le logiciel de CAO 3D SolidWorks® est protégé par les brevets américains 5 815 154 ; 6 219 049 ; 6 219 055 ; 6 611 725 ; 6 844 877 ; 6 898 560 ; 6 906 712 ; 7 079 990 ; 7 477 262 ; 7 558 705 ; 7 571 079 ; 7 590 497 ; 7 643 027 ; 7 672 822 ; 7 688 318 ; 7 694 238 ; 7 853 940 ; et des brevets non américains (EP 1 116 190 et JP 3 517 643, par exemple).

Le logiciel eDrawings® est protégé par le brevet américain 7 184 044 ; le brevet américain 7 502 027 et le brevet canadien 2 318 706.

Brevets américains et non américains en instance.

Marques déposées et noms de produits des produits et services SolidWorks

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, eDrawings et le logo eDrawings sont des marques déposées de DS SolidWorks et FeatureManager est une marque déposée codétenue par DS SolidWorks.

CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst et XchangeWorks sont des marques de DS SolidWorks.

FeatureWorks est une marque déposée de Geometric Software Solutions Ltd.

SolidWorks 2011, SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation et eDrawings Professional sont des noms de produits de DS SolidWorks.

Les autres noms de marques ou noms de produits sont les marques ou les marques déposées de leurs titulaires respectifs.

LOGICIEL INFORMATIQUE COMMERCIAL - BREVET

Mention relative aux droits restreints du gouvernement des Etats-Unis. L'utilisation, la duplication ou la révélation par le gouvernement des Etats-Unis sont soumises aux restrictions énoncées dans la section FAR 52.227-19 (Logiciel informatique commercial - Droits limités), la section DFARS 227.7202 (Logiciels informatiques commerciaux et documentation relative aux logiciels informatiques commerciaux) et le contrat de licence, selon le cas.

Contractant/Fabricant :

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 Etats-Unis

Notifications de droits d'auteur pour les produits SolidWorks Standard, Premium, Professional et Enseignement

Certaines parties de ce logiciel © 1986-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Tous droits réservés.

Certaines parties de ce logiciel © 1986-2010 Siemens Industry Software Limited. Tous droits réservés.

Certaines parties de ce logiciel © 1998-2010 Geometric Ltd.

Certaines parties de ce logiciel © 1996-2010 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

Certaines parties de ce logiciel incorporent PhysX™ de NVIDIA 2006-2010.

Certaines parties de ce logiciel © 2001 - 2010 Luxology, Inc. Tous droits réservés, brevets en instance.

Certaines parties de ce logiciel © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. et ses concédants. Tous droits réservés. Protégé par les brevets américains 5 929 866 ; 5 943 063 ; 6 289 364 ; 6 563 502 ; 6 639 593 ; 6 754 382 ; Brevets en instance.

Adobe, le logo Adobe, Acrobat, le logo Adobe PDF, Distiller et Reader sont des marques déposées ou des marques commerciales d'Adobe Systems Inc. aux Etats-Unis et dans d'autres pays.

Pour plus d'informations sur les droits d'auteur, voir la rubrique d'aide > A propos dans SolidWorks.

Notifications de droits d'auteur pour les produits SolidWorks Simulation

Certaines parties de ce logiciel © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. Tous droits réservés.

Notifications de droits d'auteur pour le produit Enterprise PDM

Outside In® Viewer Technology, © Copyright 1992-2010, Oracle

© Copyright 1995-2010, Oracle. Tous droits réservés.

Certaines parties de ce logiciel © 1996-2010 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

Notifications de droits d'auteur pour les produits eDrawings

Certaines parties de ce logiciel © 2000-2010 Tech Soft 3D.

Certaines parties de ce logiciel © 1995-1998 Jean-Loup Gailly et Mark Adler.

Certaines parties de ce logiciel © 1998-2001 3Dconnexion.

Certaines parties de ce logiciel © 1998-2010 Open Design Alliance. Tous droits réservés.

Certaines parties de ce logiciel © 1995-2009 Spatial Corporation.

Ce logiciel est basé en partie sur le travail du groupe indépendant JPEG.

Introduction

A propos de ce cours

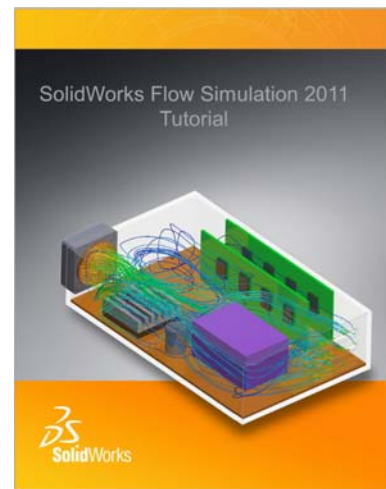
L'Introduction aux applications d'analyse d'écoulement avec SolidWorks Flow Simulation et son matériel de support sont conçus pour vous aider à apprendre SolidWorks Flow Simulation dans un environnement d'enseignement.

Tutoriels en ligne

L'Introduction aux applications d'analyse d'écoulement avec SolidWorks Flow Simulation est une ressource supplémentaire complétée par les Tutoriels en ligne SolidWorks Flow Simulation.

Accès aux tutoriels

Pour lancer les tutoriels en ligne, cliquez sur **?**, **SolidWorks Simulation, Tutoriel en ligne Flow Simulation**. Un document s'ouvre avec les Tutoriels Flow Simulation.



Gamme de produits SolidWorks Simulation

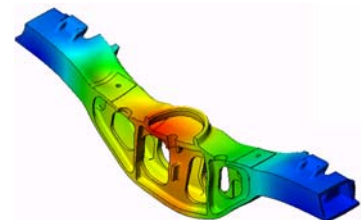
Ce cours se concentre sur la présentation de la dynamique des corps rigides à l'aide de SolidWorks Motion Simulation ; cependant, la gamme complète de produits couvre une grande variété de domaines d'analyses qui doivent être pris en compte. Les paragraphes ci-dessous listent la totalité des packages et modules offerts par SolidWorks Simulation.

Les études statiques proposent des outils pour l'analyse des contraintes linéaires des pièces et assemblages chargés au moyen de chargements statiques. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

Ma pièce va-t-elle casser dans des conditions de chargements d'utilisation normales ?

La conception de ce modèle est-elle trop poussée ?

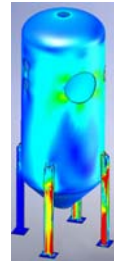
Ma conception peut-elle être modifiée pour améliorer le coefficient de sécurité ?



Les études de flambage analysent la performance des pièces minces chargées en compression. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

Les pieds de mon enceinte sont suffisamment résistants pour ne pas se plastifier et défailir, mais sont-ils assez résistants pour ne pas s'effondrer à cause d'une perte de stabilité ?

Ma conception peut-elle être modifiée pour assurer la stabilité des composants minces de mon assemblage ?

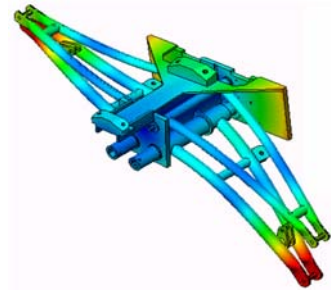


Les études fréquentielles proposent des outils d'analyse des modes et fréquences naturels. Une telle analyse est essentielle dans la conception ou dans de nombreux composants chargés à la fois de façon statique et dynamique. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

Ma pièce va-t-elle résonner dans des conditions de chargements d'utilisation normales ?

Les caractéristiques de fréquence des composants conviennent-elles à l'application donnée ?

Ma conception peut-elle être modifiée pour augmenter les caractéristiques de fréquence ?



Les études thermiques proposent des outils d'analyse du transfert thermique par l'intermédiaire de la conduction, de la convection et du rayonnement. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

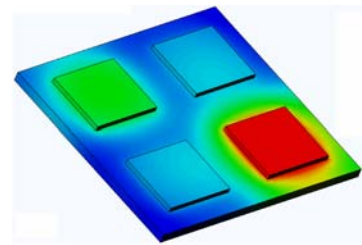
Les changements de température affecteront-ils mon modèle ?

Comment mon modèle fonctionne-t-il dans un environnement dont la température fluctue ?

Combien de temps faut-il pour que mon modèle se refroidisse ou surchauffe ?

Le changement de température entraîne-t-il une expansion de mon modèle ?

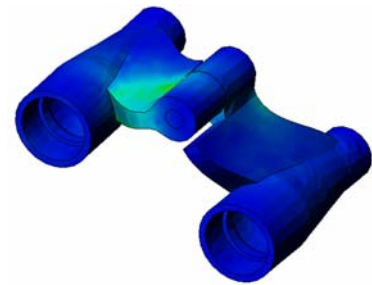
Les contraintes créées par le changement de température entraîneront-elles la défaillance de mon produit ? (Pour répondre à cette question, on utilisera des études statiques conjointement à des études thermiques).



Les études de chute servent à analyser la contrainte créée par des pièces mobiles rencontrant un obstacle. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

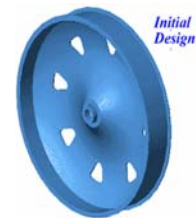
Que se passera-t-il si mon produit est manipulé sans précaution pendant le transport ou s'il tombe ?

Comment mon produit se comporte-t-il s'il tombe sur du parquet, de la moquette ou du béton ?



Les études d'optimisation sont appliquées pour améliorer (optimiser) votre conception initiale en fonction d'un ensemble de critères sélectionnés tels que, notamment, la contrainte maximale, le poids et la fréquence optimale. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

Puis-je changer la forme de mon modèle tout en conservant l'intention de conception ?
Ma conception peut-elle être rendue plus légère, plus petite ou moins chère sans compromettre la puissance de la performance ?



Les études de fatigue analysent la résistance des pièces et des assemblages chargés de façon répétée sur de longues périodes. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

Est-il possible d'estimer avec précision la durée de vie de mon produit ?

Puis-je étendre la durée de vie du produit en modifiant ma conception actuelle ?

Mon modèle est-il sûr lorsqu'il subit des charges de force ou de température variables sur de longues périodes ?

Une nouvelle conception de mon modèle aidera-t-elle à réduire les dégâts provoqués par des forces ou une température variables ?



Les études non linéaires proposent des outils permettant d'analyser les contraintes dans des pièces et des assemblages subissant des chargements importants et/ou de grandes déformations. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

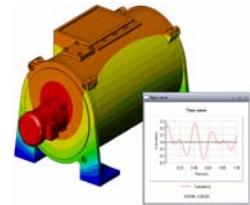
Les pièces en caoutchouc (par exemple les joints toriques) ou en mousse réagiront-elles de façon satisfaisante sous une charge donnée ?

Mon modèle se plie-t-il excessivement dans des conditions d'utilisation normales ?



Les études dynamiques analysent les objets forcés par des charges variant avec le temps. Des exemples type sont les charges de choc de composants montés sur des véhicules, les turbines chargées par des forces oscillantes, les composants d'aviation chargés de façon aléatoire, etc. Les études linéaires (petites déformations structurelles, modèles créés avec un matériau de base) ainsi que les études non linéaires (grandes déformations structurelles, charges importantes et matériaux avancés) sont disponibles. Ce type d'étude répond aux questions type suivantes :

La conception de mes supports de moteur subissant des charges de choc quand mon véhicule rencontre un nid-de-poule sur la route est-elle sûre ? Quelle est l'importance de la déformation dans de telles circonstances ?



Motion Simulation permet à l'utilisateur d'analyser le comportement cinématique et dynamique des mécanismes. Les forces de liaison et inertielles peuvent ensuite être transférées dans des études SolidWorks Simulation pour poursuivre l'analyse de contraintes. Ce module répond aux questions type suivantes :

Quelle est la taille correcte du moteur ou de l'actionneur pour ma conception ?

La conception des mécanismes de transmission, vitesses ou verrous est-elle optimale ?

Quels sont les déplacements, vitesses et accélérations des composants du mécanisme ?

Le mécanisme est-il efficace ? Peut-il être amélioré ?



Le module Composites permet aux utilisateurs de simuler des structures fabriquées à partir de matériaux composites laminés. Ce module répond aux questions type suivantes :

Le modèle composite défaille-t-il sous le chargement donné ?

Est-il possible d'alléger la structure en utilisant des matériaux composites sans compromettre la résistance et la sécurité ?

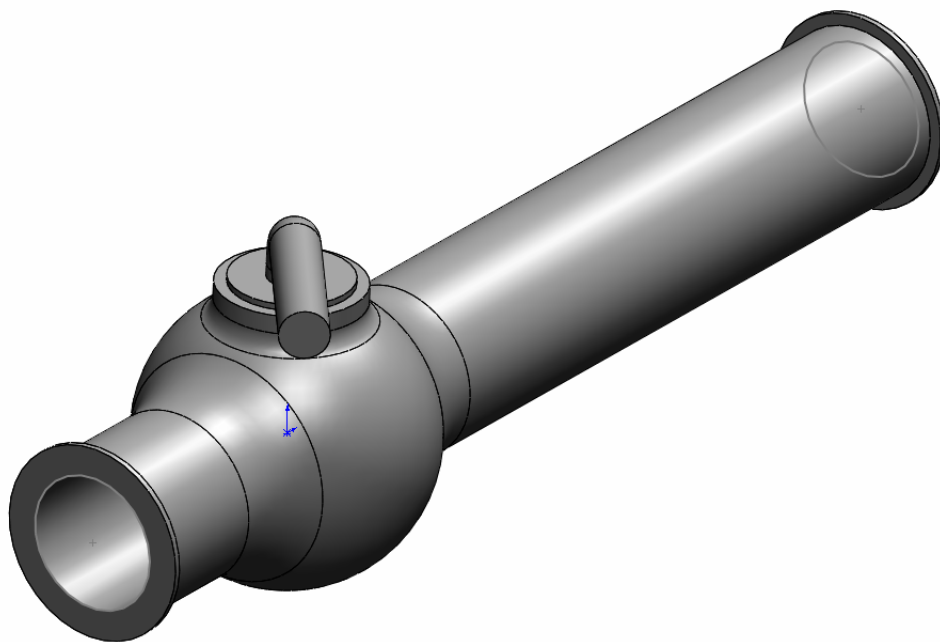
Les couches de mon matériau composite vont-elles se décoller ?



Fonctionnalités de base de SolidWorks Flow Simulation

Objectifs de cette leçon

Après cette leçon, vous comprendrez les fonctionnalités de base de SolidWorks Flow Simulation et pourrez effectuer une analyse hydraulique sur la pièce suivante.



Exercice d'apprentissage actif — Détermination de la perte hydraulique

Utilisez SolidWorks Flow Simulation pour effectuer l'analyse interne de fluide sur la pièce Valve . SLDPRT présentée à droite.

Les instructions pas à pas sont données ci-dessous.

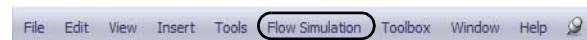


Ouverture du document Valve . SLDPRT

- 1 Cliquez sur **File** (Fichier), **Open** (Ouvrir). Dans la boîte de dialogue **Open** (Ouvrir), parcourez les répertoires pour trouver la pièce Valve . SLDPRT située dans le dossier correspondant du dossier SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2011 et cliquez sur **Open** (Ouvrir) (ou double-cliquez sur la pièce).

Vérification du menu SolidWorks Flow Simulation

Si SolidWorks Flow Simulation est installé correctement, le menu Flow Simulation apparaît sur la barre de menus de SolidWorks. Si ce n'est pas le cas :



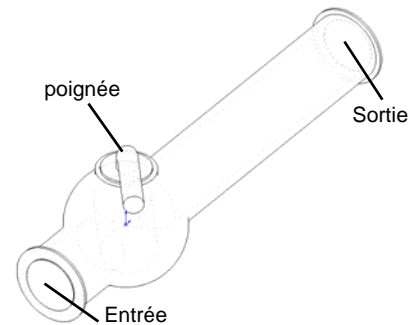
Menu SolidWorks Flow Simulation

- 1 Cliquez sur **Outils, Compléments**.
La boîte de dialogue **Compléments** apparaît.
- 2 Cochez les cases placées à côté de **SolidWorks Flow Simulation**.
Si SolidWorks Flow Simulation ne se trouve pas dans la liste, vous devez d'abord l'installer.
- 3 Cliquez sur **OK**. Le menu **Flow Simulation** apparaît dans la barre de menus de SolidWorks.

Description du modèle

Il s'agit d'une soupape à bille. Il faut tourner la poignée pour fermer ou ouvrir la soupape.

La perte hydraulique locale (ou résistance) due à une soupape à bille installée sur un système de tuyauterie dépend des cotes de conception de la soupape et de l'angle de torsion de la poignée. Le rapport de diamètre bille sur tuyau régit l'angle de torsion de la poignée qui sert à fermer la soupape.



En termes techniques standard, la résistance hydraulique imputable à un obstacle dans un tuyau représente la différence entre les pressions totales (par exemple, la position où un flux n'est pas gêné par l'obstacle) en aval et en amont de l'obstacle (la soupape dans notre cas) divisée par la charge dynamique entrante, moins la résistance hydraulique due à la friction sur la section de tuyau.


Dans cet exemple, nous allons déterminer la résistance hydraulique locale de la soupape à bille dont la poignée est tournée d'un angle de 40° . L'analyse Valve représente une analyse interne SolidWorks Flow Simulation classique.

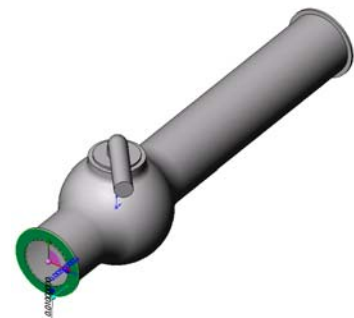
Remarque : Les analyses d'écoulement internes sont des analyses dans lesquelles le fluide pénètre dans un modèle au niveau des entrées et le quitte par les sorties. L'exception concerne quelques problèmes de convection naturelle qui peuvent être dépourvus d'ouvertures.






L'exécution d'une analyse interne exige que toutes les ouvertures du modèle soient fermées à l'aide de bouchons, nécessaires pour spécifier les conditions aux limites d'écoulement en sortie qui les caractérisent. L'espace de modèle interne rempli d'un fluide doit toujours être hermétiquement bouché. Les bouchons sont simplement des extrusions supplémentaires qui couvrent les ouvertures. Ils peuvent être créés manuellement ou automatiquement (voir ci-dessous).

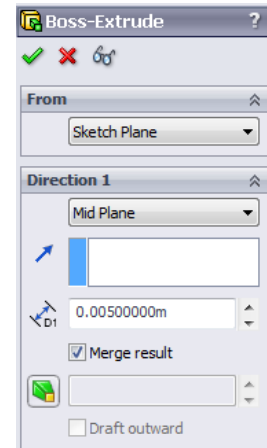
Création manuelle de bouchons

Création du bouchon d'entrée

- 1 Sélectionnez la face montrée dans l'illustration.
- 2 Cliquez sur **Sketch** (Esquisse)  dans la barre d'outils Sketch (Esquisse).




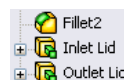
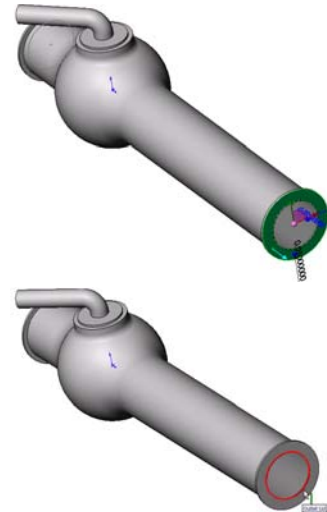
- 3 Sélectionnez l'arête intérieure du tuyau.
- 4 Cliquez sur **Convert Entities** (Convertir les entités)  dans la barre d'outils Sketch (Esquisse). Cliquez sur  dans le PropertyManager **Convert Entities** (Convertir les entités) une fois l'entité convertie.
- 5 Terminez l'esquisse en cliquant sur le bouton **OK**  dans le coin de confirmation de la zone graphique.
- 6 Cliquez sur **Extruded Boss/Base** (Base/Bossage extrudé)  dans la barre d'outils Features (Fonctions).
- 7 Dans le PropertyManager **Extrude Feature** (Fonction Extrusion), modifiez les paramètres comme indiqué.
 - **End Condition = Mid Plane** (Condition de fin = Plan milieu)
 - **Depth = 0,005 m** (Profondeur = 0,005 m)
- 8 Cliquez sur  pour créer le bouchon d'entrée.



Nous allons maintenant appliquer la même procédure pour créer le bouchon de sortie.

Création du bouchon de sortie

- 1 Sélectionnez la face montrée dans l'illustration.
- 2 Cliquez sur **Sketch** (Esquisse)  dans la barre d'outils Sketch (Esquisse).
- 3 Sélectionnez l'arête intérieure du tuyau.
- 4 Répétez les étapes 3 à 8 pour créer le bouchon au niveau de la sortie.
- 5 Renommez respectivement les nouvelles extrusions Extrude1 (Extrusion1) et Extrude2 (Extrusion2) en Inlet Lid (Bouchon d'entrée) et Outlet Lid (Bouchon de sortie).

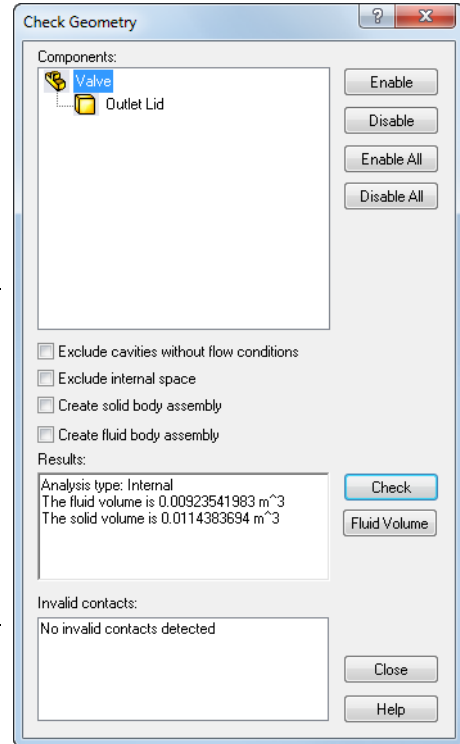


Vous ne savez pas si vous avez créé les bouchons correctement ? SolidWorks Flow Simulation peut facilement vérifier la présence de problèmes de géométrie dans votre modèle.

Vérification de la géométrie

- 1 Pour vérifier que le modèle est hermétiquement bouché, cliquez sur **Flow Simulation, Tools, Check Geometry** (Flow Simulation, Outils, Vérifier la géométrie).
- 2 Cliquez sur **Check** (Vérifier) pour calculer le volume fluide du modèle. Si le volume fluide est nul, le modèle n'est pas hermétiquement bouché.

Remarque : Cet outil **Check Geometry** (Vérifier la géométrie) vous permet de calculer les volumes fluide et solide, de vérifier la présence de problèmes géométriques (par exemple, contact tangent) dans votre modèle et visualiser la zone fluide et le corps solide sous la forme de modèles séparés.




Création automatique de bouchons

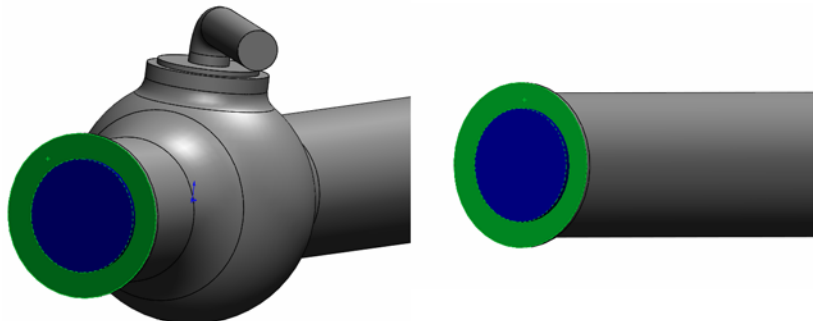
L'étape précédente décrivait la création manuelle de bouchons. Au cours de l'étape suivante, vous allez apprendre à utiliser l'outil de création automatique de bouchons SolidWorks Flow Simulation. Cet outil peut vous permettre de gagner un temps considérable si plusieurs bouchons sont nécessaires pour fermer le volume interne.

Suppression de bouchons créés manuellement

Supprimez les fonctions Inlet Lid (Bouchon d'entrée) et Outlet Lid (Bouchon de sortie).

Création des bouchons d'entrée et de sortie

- 1 Cliquez sur **Flow Simulation, Tools** (Outils), **Create Lids** (Créer les bouchons). La boîte de dialogue **Create Lids** (Créer les bouchons) apparaît.
- 2 Sélectionnez les deux faces d'entrée et de sortie montrées dans la figure.
- 3 Cliquez sur  pour terminer les définitions de bouchon.



- Renommez respectivement les nouvelles fonctions LID1 et LID2 en Inlet Lid (Bouchon d'entrée) et Outlet Lid (Bouchon de sortie).

Remarque : En mode d'assemblage, un nouveau bouchon constitue une nouvelle pièce enregistrée dans le dossier d'assemblage.

Dans une analyse d'écoulement, la première étape consiste à créer un projet SolidWorks Flow Simulation.

Création d'un projet

- Cliquez sur **Flow Simulation, Project, Wizard** (Flow Simulation, Projet, Assistant). L'assistant de projet vous guide tout au long de la définition d'un nouveau projet SolidWorks Flow Simulation.

- Dans la boîte de dialogue **Project Configuration** (Configuration du projet), cliquez sur **Use current** (40 degrees) (Mode en cours (40 degrés)).

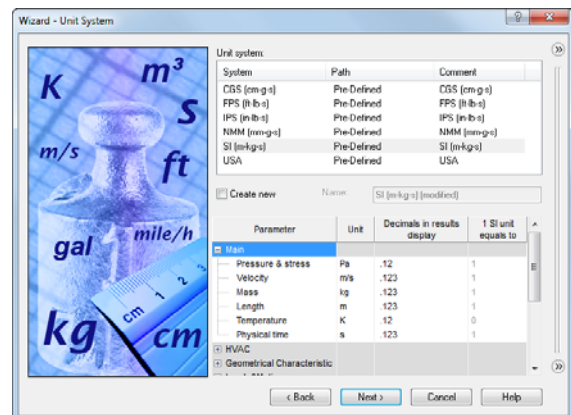
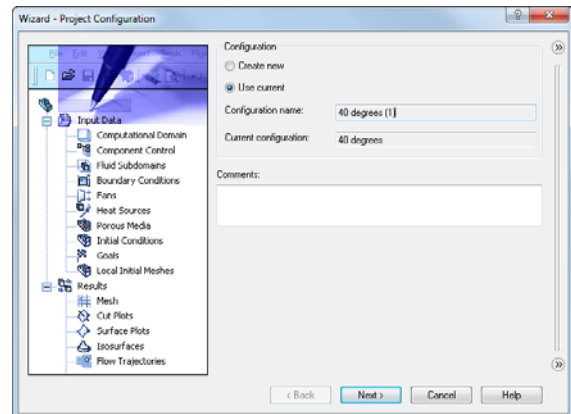
Chaque projet SolidWorks Flow Simulation est associé à une configuration SolidWorks. Vous pouvez attacher le projet à la configuration SolidWorks en cours ou vous pouvez créer une nouvelle configuration SolidWorks basée sur la configuration en cours.

Cliquez sur **Suivant**.

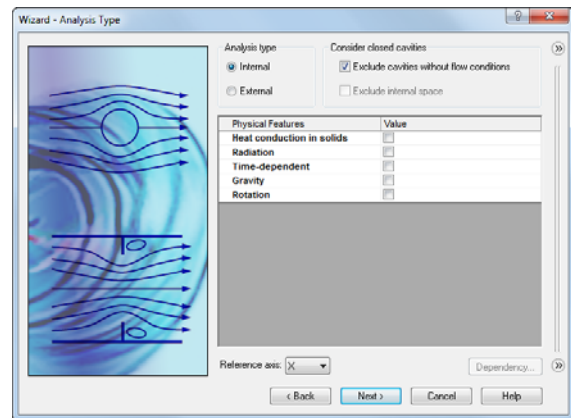
- Dans la boîte de dialogue **Unit System** (Système d'unités), vous pouvez sélectionner le système d'unités voulu pour l'entrée et la sortie (résultats).

Pour ce projet, nous acceptons la sélection par défaut, **SI** (Système international).

Cliquez sur **Suivant**.



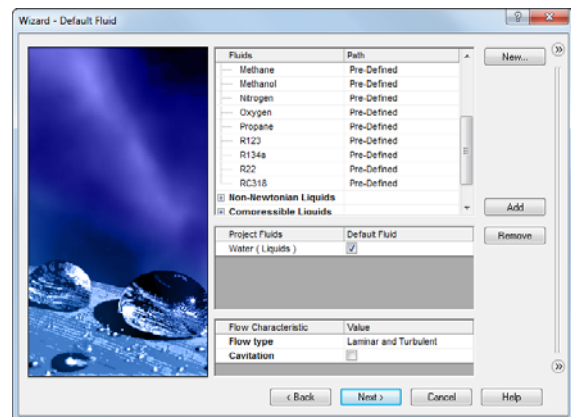
- 4 Dans la boîte de dialogue **Analysis Type** (Type d'analyse), vous pouvez sélectionner un type interne (**Internal**) ou externe (**External**) de l'analyse d'écoulement. Cette boîte de dialogue permet également de spécifier les fonctions physiques avancées que vous voulez prendre en compte : transfert thermique dans les solides, radiation de surface à surface, effets dépendants du temps, gravité et rotation.



Spécifiez le type **Internal** (Interne) et acceptez les valeurs par défaut pour les autres réglages. Cliquez sur **Suivant**.

- 5 Dans la boîte de dialogue **Default Fluid** (Fluide par défaut), vous pouvez sélectionner le type de fluide. Le type de fluide sélectionné est affecté par défaut pour tous les fluides de l'analyse.

Cliquez sur **Liquids** (Liquides) puis double-cliquez sur l'élément **Water** (Eau) dans la liste **Liquids** (Liquides). Conservez les réglages par défaut sous **Flow Characteristics** (Caractéristiques de l'écoulement) et cliquez sur **Next** (Suivant).

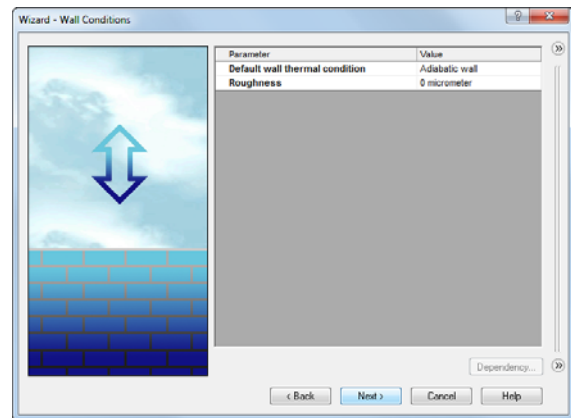


Remarque : La **base de données techniques** de SolidWorks Flow Simulation contient les propriétés physiques des gaz prédéfinis et définis par l'utilisateur, des gaz réels, des liquides incompressibles, des liquides non newtoniens, des liquides compressibles, des substances solides et des milieux poreux. Elle inclut à la fois les valeurs constantes et les dépendances tabulaires de différents paramètres physiques par rapport à la température et la pression.

La base de données techniques contient également des systèmes d'unités, les valeurs de résistance de contact thermique pour différents matériaux solides, les propriétés des surfaces radiatives et les caractéristiques physiques intégrales de certains appareils techniques (ventilateurs, puits thermiques et refroidisseurs thermoélectriques). Vous pouvez facilement créer vos propres substances, unités ou courbes de ventilateurs. Vous pouvez aussi spécifier un paramètre personnalisé à visualiser.

- 6 Dans la boîte de dialogue **Wall Conditions** (Conditions de paroi), vous pouvez spécifier les valeurs voulues pour la rugosité et la condition murale de la paroi.

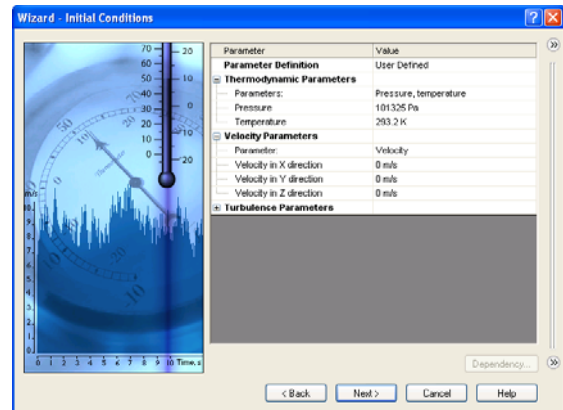
Pour ce projet, nous n'allons pas nous occuper des parois rugueuses et de la conduction de chaleur à travers les parois. Vous pouvez donc conserver les paramètres par défaut, puis cliquer sur **Next** (Suivant).



- 7 Dans la boîte de dialogue **Initial Conditions** (Conditions initiales), spécifiez les valeurs initiales des paramètres d'écoulement. Pour les problèmes internes en régime établi, la durée de l'analyse sera réduite si les valeurs spécifiées sont plus proches du champ d'écoulement attendu.

Utilisez les valeurs par défaut pour ce projet.

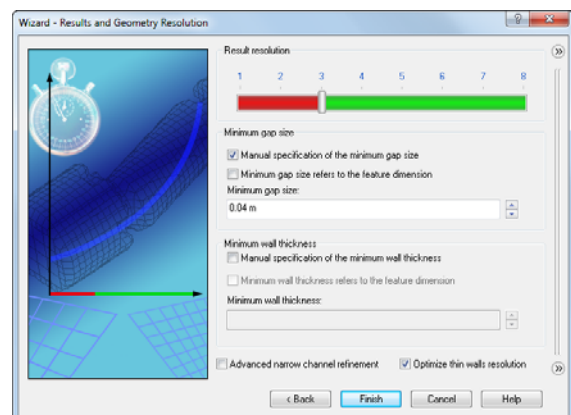
Cliquez sur **Suivant**.



Remarque : Pour les problèmes d'écoulement en régime établi, SolidWorks Flow Simulation effectue des itérations jusqu'à ce que la solution converge. Pour les problèmes non permanents (en régime transitoire ou fonction du temps), SolidWorks Flow Simulation effectue les opérations pendant la période spécifiée.

- 8 Dans la boîte de dialogue **Results and Geometry Resolution** (Résolution des résultats et de la géométrie), vous pouvez contrôler la précision de l'analyse et les paramètres de maillage et, par conséquent, les ressources informatiques requises (temps UC et mémoire).

Pour ce projet, acceptez la résolution des résultats (**Result resolution**) de niveau 3.



La résolution des résultats (**Result resolution**) régit la précision de la résolution qui peut être interprétée comme la résolution des résultats du calcul. Vous spécifiez la résolution des résultats conformément aux paramètres voulus (précision de la résolution, temps UC disponible et mémoire de l'ordinateur). Puisque ce paramètre a une incidence sur le nombre de cellules de maillage générées, une solution plus précise exige un temps UC plus long et une plus grande quantité de mémoire.

La résolution de la géométrie (**Geometry Resolution**) (spécifiée par l'intermédiaire de l'espace minimal (**Minimum gap size**) et de l'épaisseur de paroi minimale (**Minimum wall thickness**)) régit la résolution appropriée des fonctions de modèle géométrique par le maillage de calcul. Naturellement, une résolution géométrique plus fine exige davantage de ressources informatiques.


Activez la case à cocher **Manual specification of the minimum gap size** (Spécifier manuellement l'espace minimal) et entrez **0,04 m** pour le passage d'écoulement minimal.



Remarque : SolidWorks Flow Simulation calcule l'espace minimal par défaut et l'épaisseur de paroi minimale sur la base des informations relatives aux cotes globales du modèle, au domaine de calcul et aux faces sur lesquelles vous spécifiez les conditions et les objectifs. Cependant, cette information ne suffira peut-être pas à reconnaître les jeux relativement petits et les parois fines des modèles. Cela risque de générer des résultats imprécis. Dans ces cas spécifiques, vous devez spécifier manuellement l'espace minimal et l'épaisseur de paroi minimale.

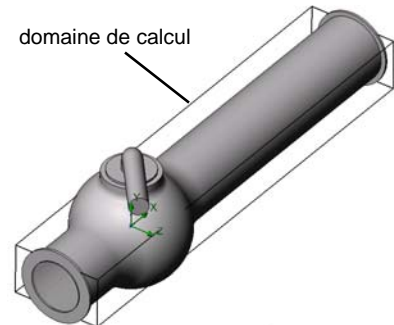
Cliquez sur **Finish** (Terminer).

Arbre de création SolidWorks Flow Simulation

Une fois que vous avez créé la pièce de base du projet, un nouvel onglet de l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation  apparaît sur le côté droit de l'onglet ConfigurationManager.

Remarque : L'arbre de création SolidWorks Flow Simulation propose une méthode pratique pour spécifier les données de projet et afficher les résultats. Vous pouvez également utiliser l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation afin de modifier ou de supprimer les différentes fonctions de SolidWorks Flow Simulation.

Dans le même temps, une case filaire du domaine de calcul apparaît dans la zone graphique de SolidWorks. Les calculs concernant l'écoulement et le transfert thermique sont effectués à l'intérieur du domaine de calcul. Le domaine de calcul est un prisme rectangulaire pour les analyses 3D et 2D. Les limites du domaine de calcul sont parallèles aux plans du système de coordonnées globales.

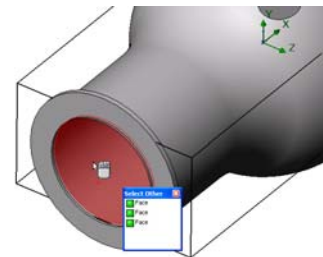



Nous allons maintenant spécifier les autres parties du projet.


L'étape suivante consiste à spécifier les conditions aux limites. Les conditions aux limites permettent de spécifier les caractéristiques de fluide au niveau des entrées et des sorties de modèle dans une analyse d'écoulement interne ou sur les surfaces des modèles dans une analyse d'écoulement externe.

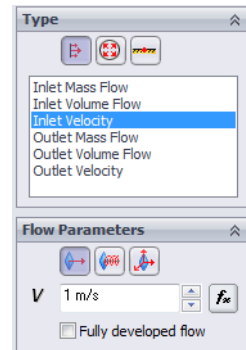
Spécification des conditions aux limites


- 1 Cliquez sur **Flow Simulation, Insert** (Insertion), **Boundary Condition** (Condition aux limites).
- 2 Sélectionnez la face interne de Inlet Lid (en contact avec le fluide). Pour accéder à la face interne, cliquez à l'aide du bouton de la souris sur la face externe du bouchon et sélectionnez **Select Other** (Sélectionner autre). Cliquez à l'aide du bouton droit de la souris pour parcourir les différentes faces placées sous le curseur afin de mettre en surbrillance la face interne, puis cliquez à l'aide du bouton gauche de la souris.



La face sélectionnée apparaît dans la liste **Faces to Apply the Boundary Condition** (Faces auxquelles appliquer la condition aux limites) .

3 Dans la zone de groupe **Type**, cliquez sur **Flow Openings** (Ouvertures de l'écoulement)  et sélectionnez **Inlet Velocity** (Vitesse d'entrée).




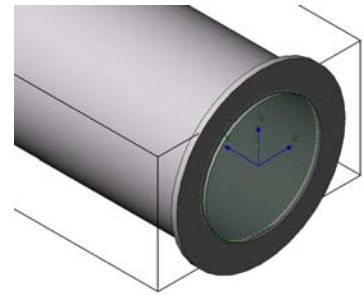
4 Dans la zone de groupe **Flow Parameters** (Paramètres d'écoulement), cliquez sur **Normal to Face** (Normal à la face)  et réglez l'option **Velocity Normal to Face** (Vitesse normale à la face) sur **1 m/s** (il vous suffit de taper la valeur ; les unités apparaissent automatiquement).

Acceptez tous les autres paramètres et cliquez sur .


Lorsque nous définissons cette condition, nous spécifions que l'eau pénètre dans la soupape au niveau de l'entrée du tuyau de la soupape à bille à la vitesse de 1 m/s.

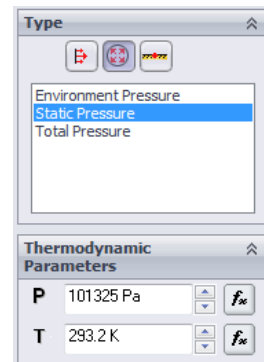
5 Sélectionnez la face interne de Outlet Lid.

Dans la zone graphique, cliquez à l'aide du bouton droit de la souris en dehors du modèle et sélectionnez **Insert Boundary Condition** (Insérer une condition aux limites). Le PropertyManager **Boundary Condition** (Condition aux limites) apparaît avec la face sélectionnée dans la liste **Faces to Apply the Boundary Condition** (Faces auxquelles appliquer la condition aux limites) .




Nous allons spécifier la pression sur cette limite, faute de quoi la définition du problème serait incomplète. Avant de lancer le calcul, SolidWorks Flow Simulation vérifie les conditions aux limites spécifiées pour l'équilibre du débit massique. La spécification des conditions aux limites est incorrecte si le débit massique total sur les entrées n'est pas égal au débit massique total sur les sorties. Dans un tel cas, le calcul ne démarre pas. Par ailleurs, la valeur du débit massique est recalculée à partir de la valeur spécifiée pour la vitesse ou le débit volumique sur une ouverture. Si nous spécifions au moins une condition pour l'ouverture de pression, nous pouvons éviter les problèmes liés à l'équilibre du débit massique ; en effet, le débit massique sur une ouverture de pression n'est pas spécifié mais il est calculé au cours de la résolution du problème.

6 Cliquez sur **Pressure Openings** (Ouvertures de pression) , puis, dans la liste **Type of Boundary Condition** (Type de condition aux limites), sélectionnez l'élément **Static Pressure** (Pression statique).



7 Acceptez les valeurs par défaut pour tous les autres paramètres (**101 325 Pa** pour la pression statique (**Pression statique**), **293,2 K** pour la température (**Temperature**), par exemple).

8 Cliquez sur .

Objectifs techniques

Lorsque nous définissons cette condition, nous spécifions que l'eau a une pression statique de **1 atm** au niveau de la sortie du tuyau de la soupape à bille.

La perte hydraulique du modèle ξ est calculée comme la différence entre la pression totale d'entrée du modèle et la pression totale de sortie, ΔP , divisée par la pression dynamique (charge dynamique) déterminée à l'entrée du modèle :

$$\xi = (dP) / \frac{\rho V^2}{2} = (dP) / P_{dyn}$$

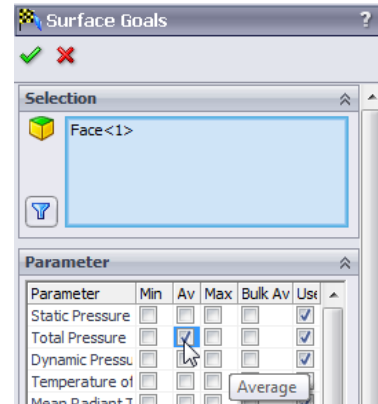
où ρ représente la densité de l'eau, V la vitesse d'entrée de l'eau, P_{dyn} la pression dynamique à l'entrée. Puisque nous connaissons déjà la vitesse spécifiée pour l'eau ($1 \frac{m}{s}$) et la densité de l'eau ($998,1934 \frac{kg}{m^3}$ pour la température spécifiée de 293,2 K), notre objectif consiste à déterminer la m valeur de la pression totale au niveau de l'entrée et de la sortie de la soupape.

Pour trouver le paramètre d'intérêt, la méthode la plus facile et la plus rapide consiste à spécifier l'objectif technique correspondant.


Les objectifs techniques sont les paramètres qui intéressent l'utilisateur. La définition des objectifs permet surtout d'indiquer à SolidWorks Flow Simulation les résultats que nous attendons de l'analyse, ainsi que de réduire la durée dont SolidWorks Flow Simulation a besoin pour arriver à une résolution. En sélectionnant uniquement la variable pour laquelle l'utilisateur souhaite obtenir des valeurs précises, SolidWorks Flow Simulation connaît les variables qui sont importantes pour la convergence (les variables sélectionnées en tant qu'objectifs) et celles qui peuvent être moins précises (les variables non sélectionnées en tant qu'objectifs) pour des questions de temps. Les objectifs peuvent être définis sur l'ensemble du domaine (**Global Goals** - Objectifs globaux), dans un volume sélectionné (**Volume Goal** - Objectif de volume), sur une zone sélectionnée (**Surface Goal** - Objectif de surface) ou à un point spécifique du modèle (**Point Goal** - Objectif de point). De plus, SolidWorks Flow Simulation peut tenir compte d'une valeur de paramètre moyenne, minimale ou maximale pour définir l'objectif. Vous pouvez également définir un objectif d'équation (**Equation Goal**), autrement dit un objectif défini par une équation (faisant appel à des fonctions mathématiques simples) utilisant les objectifs existants comme variables. L'objectif d'équation vous permet de calculer le paramètre d'intérêt (par exemple, chute de pression) et de conserver cette information dans le projet pour référence ultérieure.

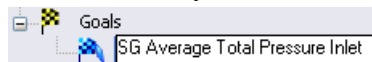
Spécification des objectifs de surface

- 1 Dans l'arbre de conception SolidWorks Flow Simulation, cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône **Goals** (Objectifs) et sélectionnez **Insert Surface Goal** (Insérer un objectif de surface).
- 2 Sélectionnez la face interne de **Inlet Lid**.
Pour sélectionner facilement une face, il vous suffit de cliquer sur l'élément **Inlet Velocity 1** dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation. La face correspondant à la condition aux limites spécifiée est automatiquement sélectionnée et elle apparaît dans la liste **Faces to Apply the Surface Goal** (Faces auxquelles appliquer la condition aux limites).
- 3 Dans la liste **Parameter** (Paramètre), recherchez **Total Pressure** (Pression totale). Cliquez dans la colonne **Av** (Moyenne) pour utiliser la valeur moyenne et conserver l'option **Use for conv.** (Utiliser pour conv.) sélectionnée pour le contrôle de convergence.





Remarque : Pour voir plus clairement le nom des paramètres, vous trouverez probablement utile d'agrandir la zone du PropertyManager en déplaçant la barre verticale vers la droite.

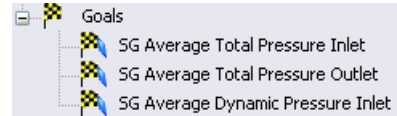
- 4 Cliquez sur .
- 5 Dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation, cliquez deux fois, en marquant une pause entre les clics sur le nouvel élément **SG Av Total Pressure 1** (SG Pression totale moyenne 1) et renommez-le **SG Average Total Pressure Inlet** (SG Entrée pression totale moyenne).



Remarque : Pour renommer un élément, vous pouvez aussi cliquer dessus à l'aide du bouton droit de la souris et sélectionner **Properties** (Propriétés).

- 6 Cliquez une nouvelle fois sur l'icône **Goals** (Objectifs) à l'aide du bouton droit de la souris et sélectionnez **Insert Surface Goal** (Insérer un objectif de surface).
- 7 Cliquez sur l'élément **Static Pressure 1** (Pression statique 1) dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation afin de sélectionner la face interne de **Outlet Lid**.
- 8 Dans la liste **Parameter** (Paramètre), recherchez **Total Pressure** (Pression totale).
- 9 Cliquez sur la colonne **Av** (Moyenne) puis sur .
- 10 Cliquez deux fois, en marquant une pause entre les clics sur le nouveau élément **SG Av Total Pressure 1** (SG Pression totale moyenne 1) et renommez-le **SG Average Total Pressure Outlet** (SG Sortie pression totale moyenne).
- 11 Cliquez une nouvelle fois sur l'icône **Goals** (Objectifs) à l'aide du bouton droit de la souris et sélectionnez **Insert Surface Goal** (Insérer un objectif de surface).

- 12 Cliquez sur l'élément **Inlet Velocity 1** (Vitesse d'entrée 1) pour sélectionner la face interne de **Inlet Lid**.
- 13 Dans la liste **Parameter** (Paramètre), recherchez **Dynamic Pressure** (Pression dynamique).
- 14 Cliquez sur la colonne **Av** (Moyenne) puis sur .
- 15 Cliquez deux fois, en marquant une pause entre les clics sur le nouvel élément **SG Average Dynamic Pressure 1** (SG Pression dynamique moyenne 1) et renommez-le **SG Average Dynamic Pressure Inlet** (SG Entrée pression dynamique moyenne).



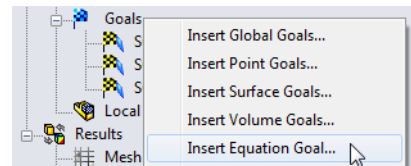
La valeur de la pression dynamique à l'entrée peut être calculée manuellement. Nous avons spécifié l'objectif de pression dynamique à la seule fin de faciliter le calcul ultérieur des pertes hydrauliques.

A l'issue du calcul, vous devrez calculer manuellement la perte hydraulique ξ à partir des valeurs de pressions totales obtenues. Vous pouvez aussi laisser SolidWorks Flow Simulation effectuer pour vous tous les calculs nécessaires en spécifiant un objectif d'équation.

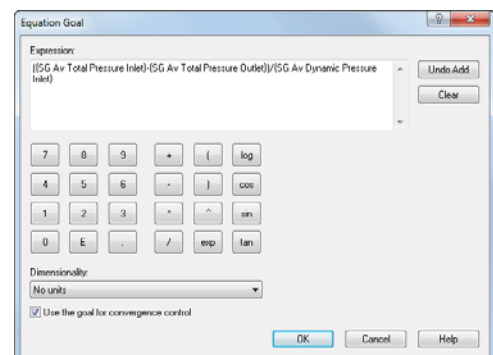
Spécification de l'objectif d'équation

L'objectif d'équation est un objectif défini par une fonction analytique des objectifs existants. Cet objectif peut être surveillé pendant le calcul et pendant l'affichage des résultats comme tout autre objectif. Les objectifs existants peuvent servir de variables, y compris d'autres objectifs d'équation, sauf s'ils dépendent d'autres objectifs d'équation. Vous pouvez également utiliser des constantes pour définir l'objectif d'équation.

- 1 Cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône **Goals** (Objectifs) et sélectionnez **Insert Equation Goal** (Insérer un objectif d'équation). La boîte de dialogue **Equation Goal** (Objectif d'équation) apparaît.



- 2 Cliquez sur le bouton de parenthèse gauche **(** ou tapez « **(** ».
- 3 Dans la liste **Goals** (Objectifs), sélectionnez l'objectif **SG Average Total Pressure Inlet** (SG Entrée pression totale moyenne). L'objectif est alors ajouté automatiquement dans le champ **Expression**.
- 4 Cliquez sur le bouton moins **-** ou tapez « **-** ».
- 5 Dans la liste **Goals** (Objectifs), sélectionnez l'objectif **SG Average Total Pressure Outlet** (SG Sortie pression totale moyenne).
- 6 Cliquez sur les boutons de parenthèse droite **)** et de barre oblique **/** ou tapez « **) /** ».



- 7 Dans la liste **Goals** (Objectifs), sélectionnez le nom d'objectif **SG Average Dynamic Pressure Inlet** (SG Sortie pression dynamique moyenne).
- 8 Dans la liste **Dimensionality** (Dimensionnalité), sélectionnez **No units** (Pas d'unités).

Remarque : Pour définir un objectif d'équation, vous pouvez uniquement utiliser les constantes et les objectifs existants (en particulier les objectifs d'équation spécifiés précédemment). Si les constantes correspondent à certains paramètres physiques (par exemple, longueur, surface, etc.), veillez à utiliser le système d'unités du projet. Puisque SolidWorks Flow Simulation ne possède pas d'informations sur la signification physique des constantes spécifiées, vous devez spécifier manuellement la dimensionnalité affichée.

- 9 Cliquez sur **OK**. L'élément **Equation Goal 1** (Objectif d'équation 1) apparaît dans l'arbre.
- 10 Renommez-le **Hydraulic Loss** (Perte hydraulique).

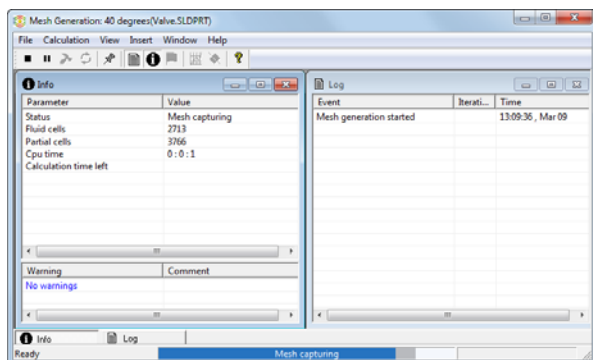
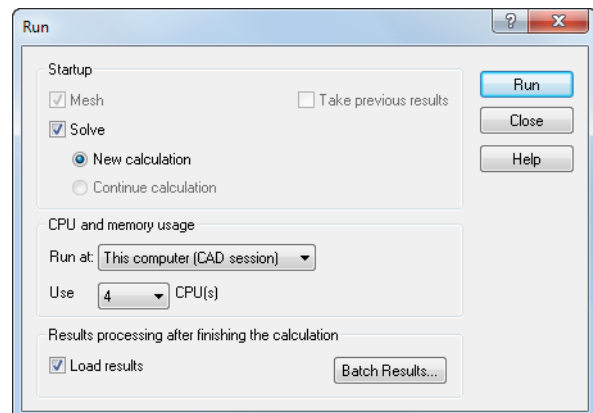
Le projet SolidWorks Flow Simulation est maintenant prêt pour le calcul. SolidWorks Flow Simulation termine le calcul lorsque la valeur moyenne en régime permanent de la pression totale calculée au niveau de l'entrée et de la sortie de la soupape est atteinte.

Exécution du calcul

- 1 Cliquez sur **Flow Simulation, Solve** (Résoudre), **Run** (Exécuter). La boîte de dialogue **Run** (Exécuter) apparaît.
- 2 Cliquez sur **Run** (Exécuter) pour démarrer le calcul.

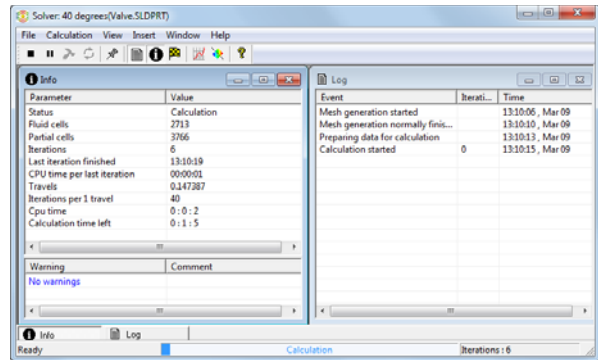
L'exécution du calcul devrait prendre 2 minutes environ sur un ordinateur Pentium M 2,26 GHz.

SolidWorks Flow Simulation génère automatiquement un maillage de calcul sur la base des paramètres que vous avez définis pour la résolution de résultat et la résolution de géométrie. Le maillage est créé en divisant le domaine de calcul en cellules (volumes rectangulaires élémentaires). Les cellules sont encore divisées, si nécessaire, afin de résoudre correctement la géométrie du modèle et les fonctions d'écoulement. Cette procédure s'appelle l'affinement du maillage. Pendant la génération du maillage, vous pouvez visualiser les informations sur l'étape en cours et le maillage dans la boîte de dialogue **Mesh Generation** (Génération du maillage).




Surveillance du solveur

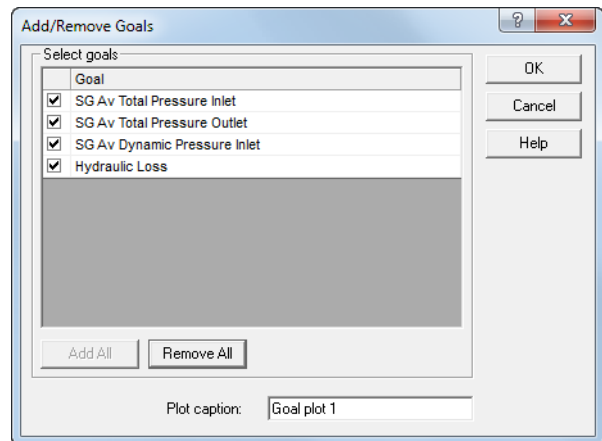
Voici la boîte de dialogue du contrôle de résolution. Vous voyez à gauche le journal étape par étape du processus de résolution. La boîte de dialogue d'information placée à droite contient des informations récapitulatives sur le maillage, ainsi que des avertissements sur différents problèmes qui peuvent survenir au cours de l'analyse.



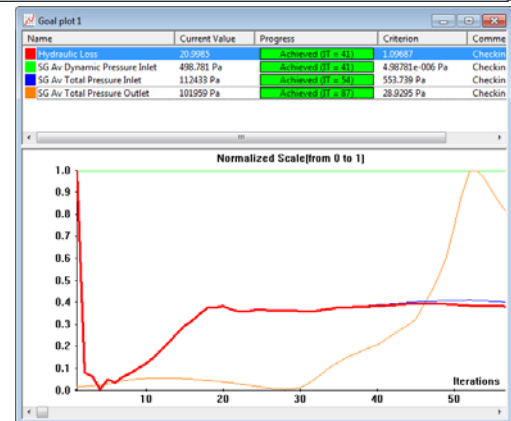
Au cours du calcul, vous pouvez surveiller le comportement de convergence de vos objectifs (Goal Plot - Tracé des objectifs), visualiser les résultats actuels du plan spécifié (Preview - Aperçu) et afficher les valeurs de paramètre minimales et maximales pour l'itération en cours (Min/Max table - Table min/max).

Création du tracé d'objectif

- 1 Cliquez sur **Insert Goal Plot** (Insérer le tracé des objectifs)  dans la barre d'outils Solver (Solveur). La boîte de dialogue **Add/Remove Goals** (Ajouter/Supprimer des objectifs) apparaît.
- 2 Cliquez sur **Add All** (Ajouter tout) pour vérifier tous les objectifs et cliquez sur **OK**.





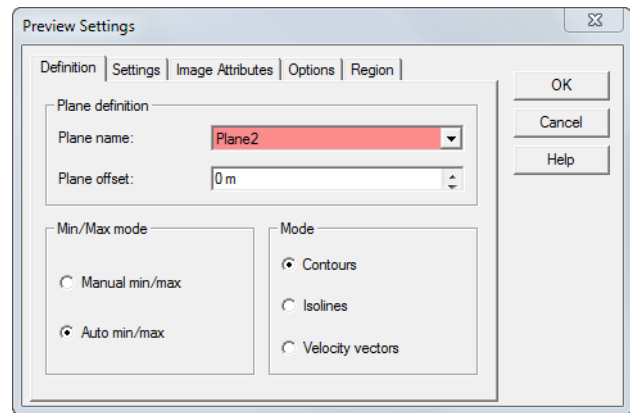
Voici la boîte de dialogue Goal Plot (Tracé des objectifs). Les objectifs ajoutés, ainsi que leurs valeurs en cours, sont répertoriés dans la partie supérieure de la fenêtre, et la progression de l'exécution est indiquée sous forme de pourcentage. La valeur de progression n'est qu'une estimation et elle augmente souvent (mais pas nécessairement) avec le temps. Vous voyez en dessous le diagramme de tous les objectifs.



La convergence est un processus itératif. La discrétisation du champ d'écoulement impose des conditions à chaque paramètre si bien que les paramètres ne peuvent pas atteindre une valeur totalement stable. Ils oscillent aux alentours de cette valeur d'une itération à l'autre. Lorsque SolidWorks Flow Simulation analyse la convergence de l'objectif, il calcule la dispersion de cet objectif en tant que différence entre les valeurs maximales et minimales de l'objectif à partir de la dernière itération. Il compare ensuite cette dispersion à la dispersion des critères de convergence de l'objectif (vous la spécifiez ou elle est automatiquement déterminée par SolidWorks Flow Simulation). L'objectif converge lorsque les oscillations sont inférieures aux critères de convergence.

Résultats de l'aperçu

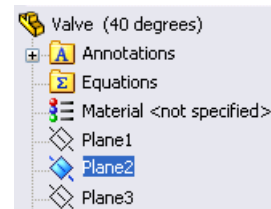
- 1 Pendant l'exécution du calcul, cliquez sur **Insert Preview** (*Insérer l'aperçu*)  dans la barre d'outils Solver (Solveur). La boîte de dialogue **Preview Settings** (Paramètres d'aperçu) apparaît.
- 2 Cliquez sur l'onglet FeatureManager .



- 3 Sélectionnez Plane 2 (Plan2).

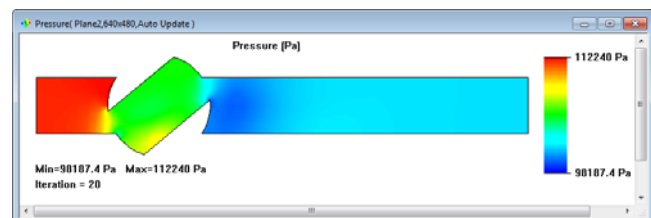
Pour ce modèle, Plane 2 est un bon candidat comme plan d'aperçu. Le plan d'aperçu peut être sélectionné à tout moment à partir de FeatureManager.

- 4 Cliquez sur **OK** pour afficher le tracé d'aperçu de la distribution de pression statique.



Remarque : Vous pouvez spécifier un paramètre que vous voulez afficher dans le plan d'aperçu, ainsi que la plage des paramètres et les options d'affichage pour les vecteurs de vitesse dans l'onglet **Setting** (Paramètre) de la boîte de dialogue **Preview Settings** (Paramètres d'aperçu).

L'aperçu permet d'examiner les résultats alors que le calcul est encore en cours d'exécution. Cette fonction permet de déterminer si les conditions aux limites sont définies correctement et elle donne à l'utilisateur une idée de la forme que prendra la résolution, même à ce stade précoce.



Au début de l'exécution, les résultats peuvent sembler étranges ou changer brutalement. Cependant, à mesure que l'exécution progresse, ces changements s'amointrissent et les résultats se stabilisent dans une résolution convergée. Le résultat peut être affiché sous forme de contours, d'isolignes ou d'une représentation de vecteurs.

Remarque : Pourquoi la pression statique augmente-t-elle localement à l'intérieur de la soupape ? Ce phénomène est dû à une décélération (allant jusqu'à la stagnation dans une petite zone) du flux qui rencontre la paroi de la soupape dans cette zone. La pression dynamique du flux est donc transformée partiellement en pression statique alors que la pression totale du flux est quasiment constante dans cette zone, et la pression statique augmente.

- 5 Lorsque l'exécution du solveur est terminée, fermez le monitor en cliquant sur **File** (Fichier), **Close** (Fermer).

Accès aux résultats

Développez le dossier **Results** (Résultats) dans l'arbre du projet en cliquant sur le signe (+) correspondant.





Remarque : Lorsque l'exécution du solveur est terminée, les résultats sont chargés automatiquement (sauf si la case **Load results** (Charger les résultats) a été désactivée dans la fenêtre **Run** (Exécuter)). Cependant, si vous travaillez sur un projet précédemment calculé, vous devez charger les résultats manuellement en cliquant sur **Flow Simulation, Results** (Résultats), **Load/Unload Results** (Charger/Décharger les résultats).

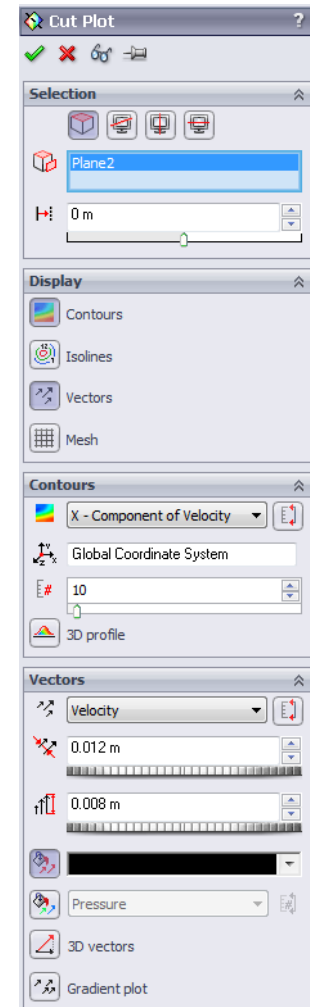
Une fois le calcul terminé, vous disposez de nombreuses méthodes pour visualiser les résultats des calculs enregistrés. Vous pouvez aussi choisir une méthode personnalisée directement dans la zone graphique. Vous pouvez utiliser les fonctions suivantes du dossier **Result** (Résultat) pour visualiser vos résultats : **Cut Plots** (Tracés de coupe - vues en coupe de la distribution des paramètres), **3D-Profile Plots** (Tracés de profil 3D - vues en coupe dans une représentation en relief), **Surface Plots** (Tracés de surface - distribution d'un paramètre sur une surface sélectionnée), **Isosurfaces** (Iso-surfaces), **Flow Trajectories** (Trajectoires d'écoulement), **Particle Studies** (Etudes de particule - trajectoires de particules), **XY Plots** (Tracés XY - diagrammes représentant le comportement des paramètres suivant une courbe ou une esquisse), **Point Parameters** (Paramètres de point - obtention des paramètres pour des points spécifiés), **Surface Parameters** (Paramètres de surface - obtention des paramètres pour des surfaces spécifiés), **Volume Parameters** (Paramètres de volume - obtention des paramètres pour des volumes spécifiés), **Goals** (Objectifs - comportement des objectifs spécifiés au cours du calcul), **Reports** (Rapports - exportation de la sortie du rapport de projet dans MS Word) et **Animation** des résultats.

Création d'un tracé de coupe

- 1 Cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône **Cut Plots** (Tracés de coupe) et sélectionnez **Insert** (Insérer). La boîte de dialogue **Cut Plot** (Tracé de coupe) apparaît.

Le tracé de coupe affiche les résultats du paramètre sélectionné dans la vue en coupe sélectionnée. Pour définir la vue en coupe, vous pouvez utiliser les plans SolidWorks ou les faces planes du modèle (avec le décalage additionnel si nécessaire). Les valeurs de paramètres peuvent être représentées sous la forme d'un tracé de contour, d'isolignes, de vecteurs ou d'une combinaison (par exemple, contours avec vecteurs superposés).

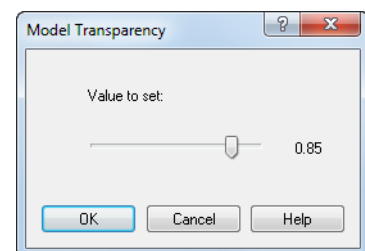
- 2 Cliquez sur SolidWorks FeatureManager et sélectionnez **Plane2** (Plan2). Son nom apparaît dans la liste **Section Plane or Planar Face** (Plan de coupe ou Face plane) de l'onglet **Selection** (Sélection).
- 3 Dans la fenêtre du PropertyManager **Cut Plot** (Tracé de coupe), en plus d'afficher **Contours** , cliquez sur **Vectors** (Vecteurs) .
- 4 Dans la zone de groupe **Contours**, dans la zone **Parameter** (Paramètre), sélectionnez **X-Component of Velocity** (Composante X de vitesse).
- 5 Dans la zone de groupe **Vectors** (Vecteurs), utilisez le curseur afin de régler la valeur de **Vector Spacing** (Espaceur de vecteur)  sur **0,012 m environ**.
- 6 Cliquez sur  pour créer le tracé de coupe. Le nouvel élément **Cut Plot 1** (Tracé de coupe 1) apparaît dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation.



Cependant, il est impossible de voir le tracé de coupe à travers le modèle. Pour voir le tracé, vous pouvez cacher le modèle en cliquant sur **Flow Simulation, Results** (Résultats), **Display** (Affichage), **Geometry** (Géométrie) (vous pouvez aussi utiliser l'option **Vue en coupe** standard de SolidWorks) ou modifier la transparence du modèle (voir l'étape suivante ci-dessous).

- 1 Cliquez sur **Flow Simulation, Results** (Résultats), **Display** (Affichage), **Geometry** (Géométrie) pour afficher le modèle. Cliquez sur **Flow Simulation, Results** (Résultats), **Display** (Affichage), **Transparency** (Transparence) et faites glisser le curseur afin de définir la valeur sur **0,85** environ.

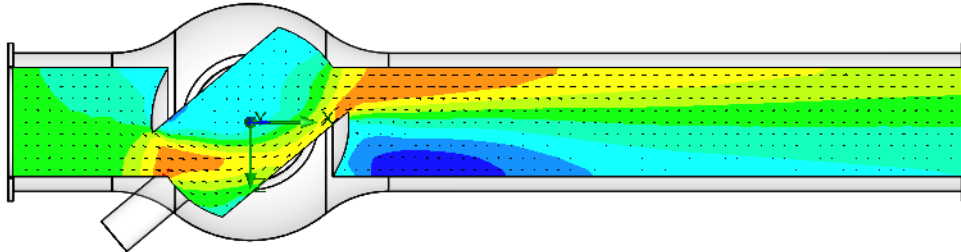
Cliquez sur .



- 2 Dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation, cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône Computational Domain (Domaine de calcul) et sélectionnez **Hide** (Cacher).



Vous pouvez ainsi voir un tracé de contour de la vitesse et les vecteurs de vitesse projetés sur le tracé.

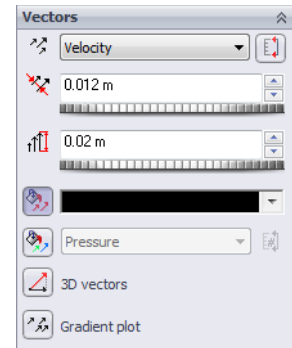


Pour mieux visualiser le tourbillon, vous pouvez définir de petits vecteurs :

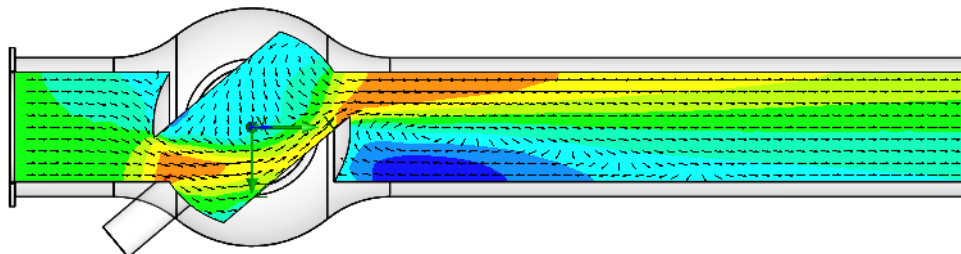
- 1 Dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation, sous Cut Plots (Tracés de coupe), cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône Cut Plot 1 (Tracé de coupe 1) et sélectionnez **Edit Definition** (Modifier la définition).
- 2 Dans la zone de groupe **Vectors** (Vecteurs), sélectionnez **Adjust Minimum and Maximum** (Ajuster minimum et maximum). Changez la valeur **Min** à **2 m/s**.

Entrez **0,02 m** dans la case **Arrow size** (Taille de flèche).

Lorsque nous spécifions la valeur **Min** personnalisée, nous modifions la longueur du vecteur, si bien que les vecteurs dont la vitesse est inférieure à la valeur **Min** spécifiée auront la même longueur que ceux dont la vitesse est égale à **Min**. Cette procédure permet de visualiser plus en détails la zone de basse vitesse.



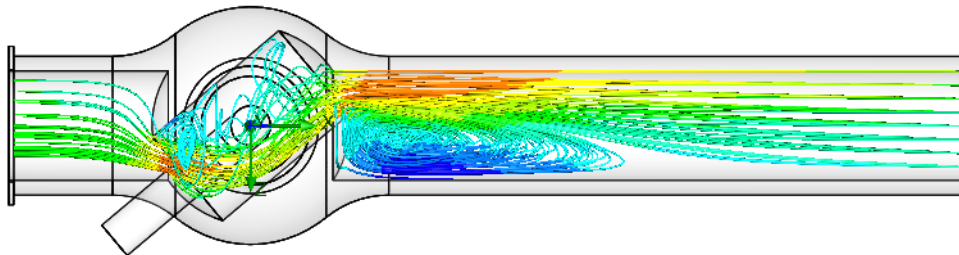
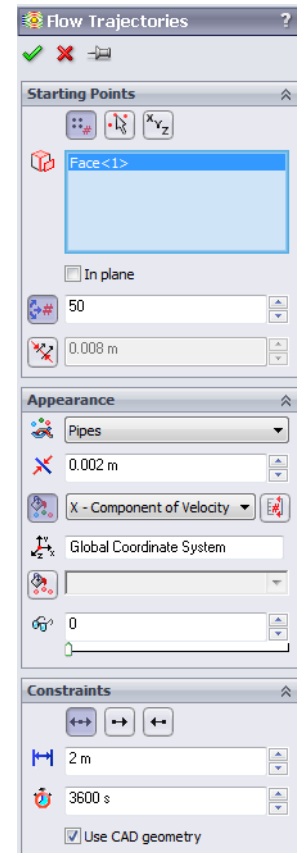
Cliquez sur **OK** pour enregistrer les modifications et quitter la boîte de dialogue. Le tracé de coupe est immédiatement mis à jour.



Affichage des trajectoires d'écoulement

Les **trajectoires d'écoulement** permettent d'afficher les flux d'écoulement. Les flux d'écoulement proposent une représentation claire et compréhensible des particularités de l'écoulement. Vous pouvez également exporter les données dans Excel afin de visualiser le changement des paramètres suivant chaque trajectoire. De plus, vous pouvez enregistrer les trajectoires sous la forme de courbes de référence SolidWorks.

- 1 Cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône Cut Plot 1 (Tracé de coupe 1) et sélectionnez **Hide** (Cacher).
- 2 Cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône Flow Trajectories (Trajectoires d'écoulement) et sélectionnez **Insert** (Insérer). La boîte de dialogue **Flow Trajectories** (Trajectoires d'écoulement) apparaît.
- 3 Dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation, cliquez sur l'élément Static Pressure 1 (Pression statique 1) afin de sélectionner la face interne de Outlet Lid. Les trajectoires lancées à partir de l'ouverture de sortie permettront de mieux visualiser le tourbillon intervenant en aval de l'obstacle de la soupape.
- 4 Définissez le nombre de points (**Number of points**) à **50**.
- 5 Cliquez sur l'onglet **Constraints** (Contraintes) et réduisez la longueur maximale (**Maximum length**) des trajectoires à **2 m**.
- 6 Cliquez sur **OK** pour afficher les trajectoires.

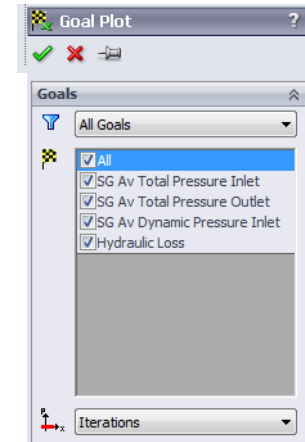


Faites pivoter le modèle afin d'examiner plus en détails la structure 3D des tourbillons.

Création d'un tracé d'objectif

Le tracé d'objectif vous permet d'étudier les modifications d'objectifs au cours du calcul. SolidWorks Flow Simulation utilise Microsoft Excel pour afficher les données du tracé d'objectif. Chaque tracé d'objectif est affiché dans une feuille séparée. Les valeurs convergées de tous les objectifs de projet sont affichées dans la feuille Synthèse d'un classeur Excel créé automatiquement.

- 1 Dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation, sous **Results** (Résultats), cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône **Goals** (Objectifs) et sélectionnez **Insert** (Insérer). La boîte de dialogue **Goal Plots** (Tracés des objectifs) apparaît.
- 2 Cliquez sur **Add All** (Ajouter tout).



- 3 Cliquez sur **OK**. Le classeur Excel `goals1` (objectifs1) est créé.

Valve.SLDPRT [40 degrees]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Total Pressure Inlet	[Pa]	112430.8735	112434.0325	112430.8608	112437.8367	100	Yes	6.97584751	553.7383178
SG Av Total Pressure Outlet	[Pa]	101959.4628	101968.1725	101959.4628	101986.2394	100	Yes	26.77667113	28.92735048
SG Av Dynamic Pressure Inlet	[Pa]	498.7808697	498.7808697	498.7808697	498.7808697	100	Yes	0	4.98781E-06
Hydraulic Loss	[]	20.99401031	20.98288176	20.94730334	21.00683308	100	Yes	0.059529735	1.09686578

Iterations: 87

Analysis interval: 21

Clonage du projet

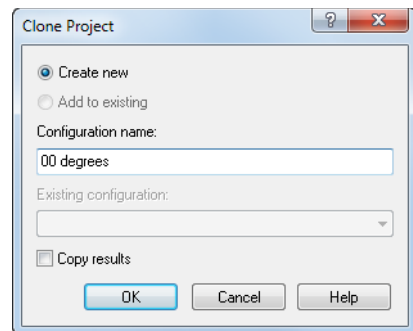
Le calcul en cours renvoie la résistance hydraulique totale ξ , avec à la fois la résistance hydraulique de la soupape ξ_v (en raison de l'obstacle) et la résistance hydraulique des tuyaux imputable à la friction ξ_f : $\xi = \xi_v + \xi_f$. Pour obtenir la résistance de la soupape, il est nécessaire de soustraire des résultats obtenus la perte de pression totale due à la friction dans un tuyau droit possédant la même longueur et le même diamètre. Pour cela, nous allons effectuer les mêmes calculs dans le modèle de soupape à bille dont la poignée est tournée d'un angle de 0° .

Vous disposez de trois méthodes pour créer un nouveau projet SolidWorks Flow Simulation :

- L'assistant de projet propose la méthode la plus directe pour créer un projet SolidWorks Flow Simulation. Il vous guide pas à pas tout au long du processus de configuration de l'analyse.
- Pour analyser différentes variations de modèle ou d'écoulement, la méthode la plus efficace consiste à cloner (copier) le projet en cours. Le nouveau projet possédera tous les paramètres du projet cloné, avec, en option, les paramètres de résultats.
- Vous pouvez aussi utiliser un modèle pour créer un projet SolidWorks Flow Simulation : un modèle par défaut ou un modèle personnalisé créé à partir d'un projet SolidWorks Flow Simulation précédent. Le modèle ne contient que des paramètres de projet généraux (les paramètres que vous spécifiez dans l'assistant et dans les paramètres généraux uniquement), mais pas les autres fonctions de projet telles que les conditions aux limites, les objectifs, etc.

Pour créer une nouvelle configuration SolidWorks pour un angle de 0° en spécifiant la même condition que pour le projet avec un angle de 40° , le plus simple consiste à cloner le **projet 40** existant.

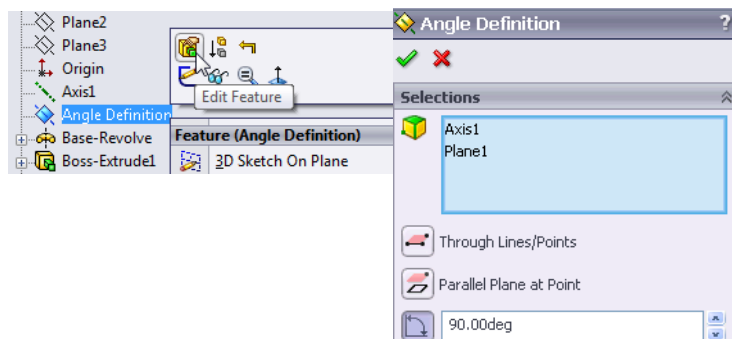
- 1 Cliquez sur **Flow Simulation, Project (Projet), Clone Project (Cloner le projet)**.
- 2 Cliquez sur **Create New (Créer nouveau)**.
- 3 Dans la case **Configuration name (Nom de la configuration)**, tapez **00 degrés**.
- 4 Cliquez sur **OK**.



Le nouveau projet SolidWorks Flow Simulation est maintenant attaché à la nouvelle configuration **00 degrés** et il a hérité tous les paramètres du projet **40 degrés**. Puisque nos données d'entrée sont toutes copiées, il est inutile de redéfinir quoi que ce soit. Les modifications seront uniquement appliquées à cette nouvelle configuration (le projet initial et ses résultats ne seront pas affectés).

Modification de l'angle de la soupape

- 1 Dans le FeatureManager de SolidWorks, cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur la fonction **Angle Definition (Définition de l'angle)** et sélectionnez **Edit Feature (Modifier la fonction)**.



2 Un avertissement Flow Simulation s'affiche :

Flow Simulation has detected that the model was modified. Do you want to reset mesh settings ? (Flow Simulation a détecté que le modèle a été modifié. Voulez-vous réinitialiser les paramètres de maillage ?)

Cliquez sur **Yes** (Oui).

Cliquez sur **OK** si une erreur de reconstruction s'affiche.

3 Dans la case **At angle** (A angle), tapez **90**.

Cliquez sur **OK** .

4 Une fois que vous cliquez sur **OK**, deux messages d'avertissement s'affichent pour vous demander de reconstruire le maillage de calcul et de réinitialiser le domaine de calcul.

Répondez **Yes** (Oui) à ces deux messages.

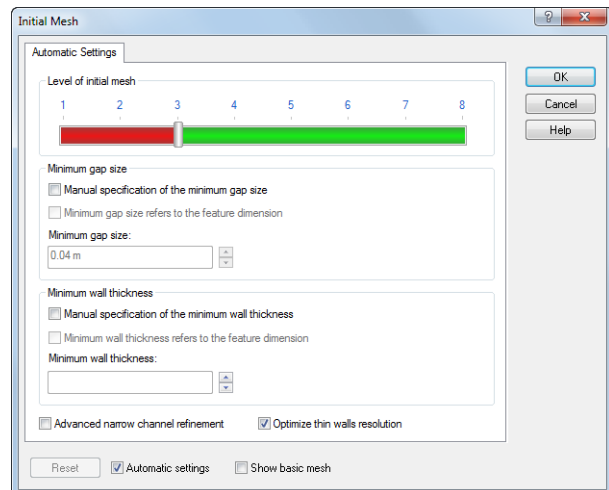
Modification de la résolution de géométrie

Puisque la soupape à bille devient un simple tuyau droit à l'angle zéro, il est inutile de donner à **Minimum gap size** (Espace minimal) une valeur inférieure à la taille de jeu par défaut qui, dans notre cas, est automatiquement égale au diamètre du tuyau (le jeu minimal automatique dépend de la taille caractéristique des faces sur lesquelles les conditions aux limites sont définies). Une taille de jeu plus petite entraînera un maillage plus fin qui, à son tour, exigera davantage de temps UC et de mémoire. Pour parvenir à la résolution la plus efficace, vous devez choisir les paramètres optimaux pour la tâche.

1 Cliquez sur **Flow Simulation**, **Initial Mesh** (Maillage initial).

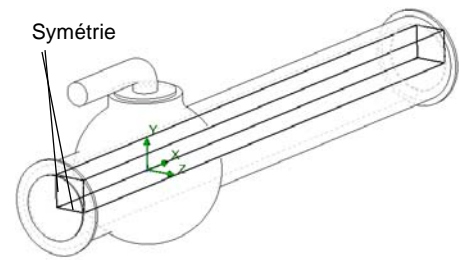
2 Désactivez la case **Manual specification of the minimum gap size** (Spécifier manuellement l'espace minimal).

3 Cliquez sur **OK**.




Modification du domaine de calcul

Vous pouvez tirer parti de la symétrie du tuyau droit et réduire le temps UC et la mémoire nécessaires pour le calcul. Puisque l'écoulement est symétrique dans deux directions (Y et Z), il est possible de « couper » le modèle d'un quart afin d'appliquer une condition aux limites de symétrie sur les plans de symétrie. Cette procédure n'est pas obligatoire mais elle est recommandée pour garantir l'efficacité des analyses.



Remarque : Vous ne devez appliquer les conditions symétriques que si vous savez que l'écoulement est symétrique. Il peut arriver que la symétrie du modèle et de l'écoulement entrant ne garantisse pas la symétrie dans les autres zones d'écoulement ; par exemple une allée de tourbillons de von Karman derrière un cylindre. Dans notre cas, l'écoulement dans le tuyau droit est symétrique, si bien que nous pouvons réduire le domaine de calcul.

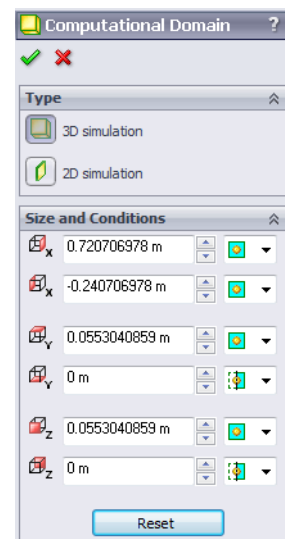
- 1 Dans l'arbre de création SolidWorks Flow Simulation, cliquez à l'aide du bouton droit de la souris sur l'icône **Computational Domain** (Domaine de calcul)  et sélectionnez **Edit Definition** (Modifier la définition). La boîte de dialogue **Computational Domain** (Domaine de calcul) apparaît.

Dans la boîte de dialogue **Computational Domain** (Domaine de calcul), vous pouvez :

- Redimensionner le domaine de calcul (**Computational Domain**).
- Appliquer la condition aux limites de **Symétrie**. Les plans de symétrie d'écoulement peuvent servir de limites de domaine de calcul auxquelles sont appliquées les conditions de **symétrie** spécifiées. Dans ce cas, les limites du domaine de calcul doivent coïncider avec les plans de symétrie de l'écoulement.
- Spécifiez un **écoulement plan 2D**. Si vous savez que l'écoulement est un écoulement plan 2D, vous pouvez redéfinir le domaine de calcul de l'analyse 3D par défaut en une analyse planaire 2D qui réduit la quantité de mémoire et le temps UC nécessaire. Pour activer une analyse planaire 2D, sélectionnez **2D plane flow** (Écoulement plan 2D) dans l'onglet **Boundary Condition** (Condition aux limites).

- 2 Dans la case **Y min**, entrez **0**.
- 3 Dans la case **Z min**, entrez **0**.
- 4 Dans les listes **At Y min** (A Y min) et **At Z min** (A Z min), sélectionnez **Symmetry** (Symétrie).
- 5 Cliquez sur **OK**.

Cliquez sur **Flow Simulation, Solve** (Résoudre), **Run** (Exécuter). Cliquez ensuite sur **Run** (Exécuter) pour démarrer le calcul.



Détermination de la perte hydraulique de la soupape

Une fois le calcul terminé, fermez la boîte de dialogue de contrôle et créez le tracé d'objectif à partir des nouveaux résultats obtenus.


Valve.SLDPRT [00 degrees]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Total Pressure Inlet	[Pa]	101905.2926	101911.1302	101905.0664	101936.7026	100	Yes	31.63624405	149.7417435
SG Av Total Pressure Outlet	[Pa]	101811.8177	101812.2024	101810.5486	101813.0826	100	Yes	2.534037859	2.860626822
SG Av Dynamic Pressure Inlet	[Pa]	498.7808697	498.7808697	498.7808697	498.7808697	100	Yes	0	4.98781E-06
Hydraulic Loss	[]	0.187406851	0.198339191	0.186275659	0.252924696	100	Yes	0.066649038	0.299646221

Vous pouvez à présent calculer la perte hydraulique de la soupape dans la soupape à bille dont la poignée est tournée d'un angle de 40°. Pour déterminer avec une plus grande précision la valeur en régime permanent du paramètre, il serait préférable d'utiliser les valeurs moyennes pour l'intervalle d'analyse, montrées dans la colonne Averaged Value (Valeur moyenne).

Pertes hydrauliques totales (40 deg)	Pertes due à la friction (0 deg)	Perte de la soupape
20,98	0,19	20,79

Enregistrement de votre travail et sortie de SolidWorks

- 1 Cliquez sur  dans la barre d'outils Standard ou cliquez sur **File** (Fichier), **Save** (Enregistrer).
- 2 Cliquez sur **File** (Fichier), **Exit** (Quitter) dans le menu principal.

Evaluation de 5 minutes

1 Qu'est-ce que SolidWorks Flow Simulation ?

2 Comment démarrer une session SolidWorks Flow Simulation ?

3 Qu'est-ce qu'une analyse d'écoulement des fluides ?

4 Pourquoi l'analyse est-elle importante ?

5 Quel type d'analyses est normal pour les analyses d'écoulement interne de SolidWorks Flow Simulation ?

6 Quelle est la configuration spécifique des analyses internes de SolidWorks Flow Simulation ?

7 Comment garantir que le modèle est bouché ?

8 Pourquoi est-il nécessaire d'ajouter des bouchons aux ouvertures des modèles avec soupape à bille ?

9 Quelle est la première étape pour démarrer une analyse SolidWorks Flow Simulation ?

10 Quelles méthodes permettent de créer un projet SolidWorks Flow Simulation ?

11 Comment spécifier un fluide pour un projet ?

12 Comment un utilisateur définit-il un fluide pénétrant dans le modèle à une vitesse de 1 m/s ?

13 Le modèle utilise une symétrie spéculaire. Est-il dans ce cas correct d'utiliser la condition aux limites de symétrie sur le plan de symétrie du modèle ?

14 Comment définissez-vous une analyse d'écoulement plan XY 2D ?

15 Est-il nécessaire de spécifier des objectifs de projet pour démarrer le calcul ?

16 Comment démarrer un calcul ?

17 Si vous utilisez le projet précédemment calculé, que devez-vous faire avant d'afficher les informations de résultat ?

18 Quelles sont les fonctions d'affichage disponibles dans SolidWorks Flow Simulation pour afficher les résultats des calculs ?

19 Comment pouvez-vous calculer la valeur de la pression totale pour un fluide incompressible en régime permanent ?

20 Quelle est la définition de la résistance hydraulique totale (perte) d'un obstacle dans un tuyau ?

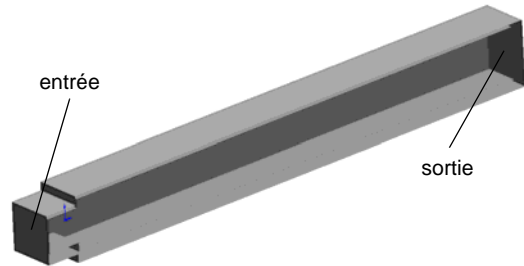
Projet — Perte hydraulique due à une dilatation soudaine

Lorsque le fluide traverse la soupape à bille, il subit deux contractions soudaines et deux dilatations soudaines. Nous allons utiliser SolidWorks Flow Simulation pour calculer la perte hydraulique du canal 2D simple avec la dilatation soudaine.

Tâches

- Ouvrez le fichier `Bilateral expansion channel .sldprt` dans la pièce placée dans le sous-dossier correspondant du dossier `SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2011`.

Le modèle étant une coque, il sera hermétiquement bouché (la face avant présentée sur l'illustration ci-contre est rendue transparente pour permettre la visualisation des résultats). Il est donc inutile de créer des bouchons.



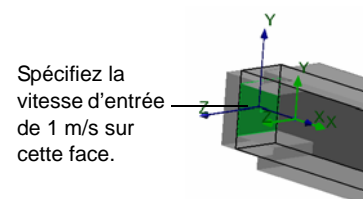
Pour faciliter la sélection, assurez-vous que l'option **Enable selection through transparency** (Activer la sélection par transparence) est activée dans la page **Display/Selection** (Affichage/Sélection) de la boîte de dialogue **System Options** (Options du système), à laquelle vous accédez en cliquant sur **Tools, Options** (Outils, Options).

transparency (Activer la sélection par transparence) est activée dans la page **Display/Selection** (Affichage/Sélection) de la boîte de dialogue **System Options** (Options du système), à laquelle vous accédez en cliquant sur **Tools, Options** (Outils, Options).

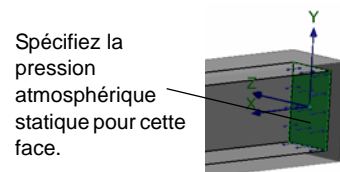
- A l'aide de l'**Assistant**, créez le projet SolidWorks Flow Simulation pour l'analyse d'eau interne en réglant le niveau de la résolution de résultat (**Result resolution**) sur **5** (conservez la valeur par défaut pour tous les autres paramètres).

Réponse : Procédez comme suit :

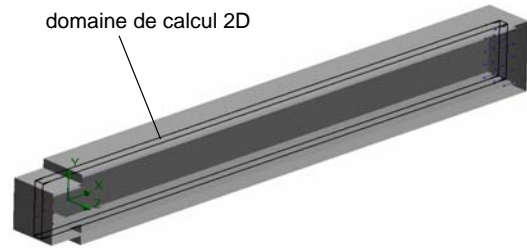
- Indiquez que l'eau pénètre dans le modèle à la vitesse de 1 m/s par l'intermédiaire de l'ouverture d'entrée. Quel est dans ce cas le débit massique de l'eau entrante ?



- Indiquez que l'eau quitte le modèle par l'ouverture de sortie pour passer dans une zone de pression atmosphérique statique. Quelle est en Pa la valeur de la pression atmosphérique statique ambiante ?



- 5 Spécifiez l'analyse d'écoulement plan XY 2D.

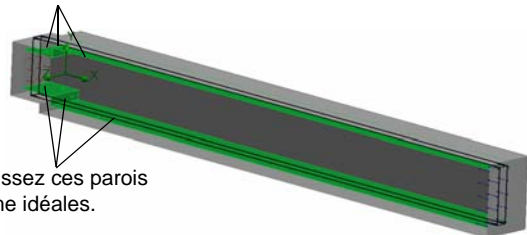


L'hydrodynamique nous indique que les canaux soumis à une dilatation soudaine génèrent dans l'écoulement une résistance hydraulique due à une perte d'énergie d'écoulement provoquée par les tourbillons, dans la zone de tourbillon en aval de la dilatation soudaine. Naturellement, ces zones augmentent également la résistance hydraulique due à la friction de la paroi.

Pour tenir uniquement compte de la résistance hydraulique due à la dilatation soudaine, nous allons remplacer dans les calculs les parois réelles du canal par l'option de condition aux limites « Parois idéales » de SolidWorks Flow Simulation, qui s'applique aux parois adiabatiques sans friction. Par conséquent, les frictions de paroi seront absentes (bien sûr, cette situation est uniquement possible pour les calculs, mais pas dans le cadre d'expérimentations physiques). L'influence de la friction de paroi sur les tourbillons générés (et donc que la résistance hydraulique de la dilatation soudaine) ne sera pas prise en compte pour cette analyse.

- 6 Spécifiez la condition aux limites Paroi idéale sur les parois du canal (en vert).

Définissez ces parois comme idéales.



- 7 Spécifiez les objectifs de surface pour la pression totale et la pression dynamique à l'entrée.

Définissez ces parois comme idéales.

- 8 Spécifiez l'objectif de surface pour la pression totale à la sortie.

- 9 Spécifiez l'objectif d'équation qui permet de calculer la perte hydraulique totale.

10 Exécutez le calcul.

11 Tracez la distribution de vitesse suivant le canal.

12 Déterminez la perte hydraulique imputable à la dilatation soudaine du modèle en consultant la valeur moyenne de l'objectif d'équation.

Leçon 1 Feuille de vocabulaire

Nom : _____ Classe : _____ Date : _____

Remplissez les blancs avec les mots appropriés.

- 1 Equations des écoulements de fluide résolues par SolidWorks Flow Simulation :

- 2 Méthode utilisée pour résoudre ces équations avec SolidWorks Flow Simulation :

- 3 Méthode utilisée pour résoudre les équations indépendantes du temps avec SolidWorks Flow Simulation :

- 4 Procédure de division du modèle en petits éléments :

- 5 Fractionnement des cellules de maillage en cellules plus petites afin de parvenir à la meilleure résolution d'une interface solide/fluide ou d'un comportement de résolution :

- 6 Fonction qui permet aux utilisateurs d'assurer le suivi de la convergence d'un ou de plusieurs paramètres d'écoulement dans un projet SolidWorks Flow Simulation :

- 7 Fonction physique qui doit être sélectionnée dans SolidWorks Flow Simulation pour lancer le calcul de température dans les solides :

- 8 Fonction physique qui doit être sélectionnée dans SolidWorks Flow Simulation pour obtenir une résolution dépendante du temps :

- 9 Fonction physique qui doit être sélectionnée dans SolidWorks Flow Simulation pour calculer un écoulement avec des régions supersoniques importantes :

- 10 Fonction physique qui doit être sélectionnée dans SolidWorks Flow Simulation pour calculer correctement la convection thermique et/ou le mélange des fluides dans les écoulements lents en état d'apesanteur :

- 11 Fonction physique qui doit être sélectionnée dans SolidWorks Flow Simulation pour supprimer totalement la turbulence de l'écoulement dans le domaine de calcul :

- 12 Approche SolidWorks Flow Simulation pour spécifier une résistance distribuée sur un écoulement de fluide :

- 13 Liquides dont la viscosité dépend des gradients de vitesse d'écoulement :

Questionnaire Leçon 1

Nom : _____ Classe : _____ Date : _____

Instructions : Répondez à chaque question en écrivant la ou les réponses correctes dans l'espace prévu.

- 1 Quelle est la configuration spécifique des analyses internes dans SolidWorks Flow Simulation ?

- 2 Que se passe-t-il si le fluide utilisé dans ma conception n'est pas défini dans la base de données techniques ?

- 3 Pour quelle raison faut-il spécifier des objectifs dans un projet ?

- 4 Pourquoi est-il important de spécifier l'espace minimal approprié ?

- 5 Comment un utilisateur peut-il définir un fluide qui quitte le modèle à une pression atmosphérique statique ?

- 6 Vous voulez recalculer les résultats obtenus après avoir modifié la valeur de la condition aux limites. Voulez-vous régénérer le maillage de calcul ?

- 7 Pouvez-vous obtenir des résultats intermédiaires au cours du calcul ?

- 8 Comment pouvez-vous charger les résultats ?

- 9 Vous avez spécifié un objectif. Comment pouvez-vous voir la valeur de l'objectif à l'issue du calcul ?

- 10 Quand la condition de symétrie peut-elle s'appliquer ?

- 11 Quelle est la cause des pertes hydrauliques dans un tuyau ?

