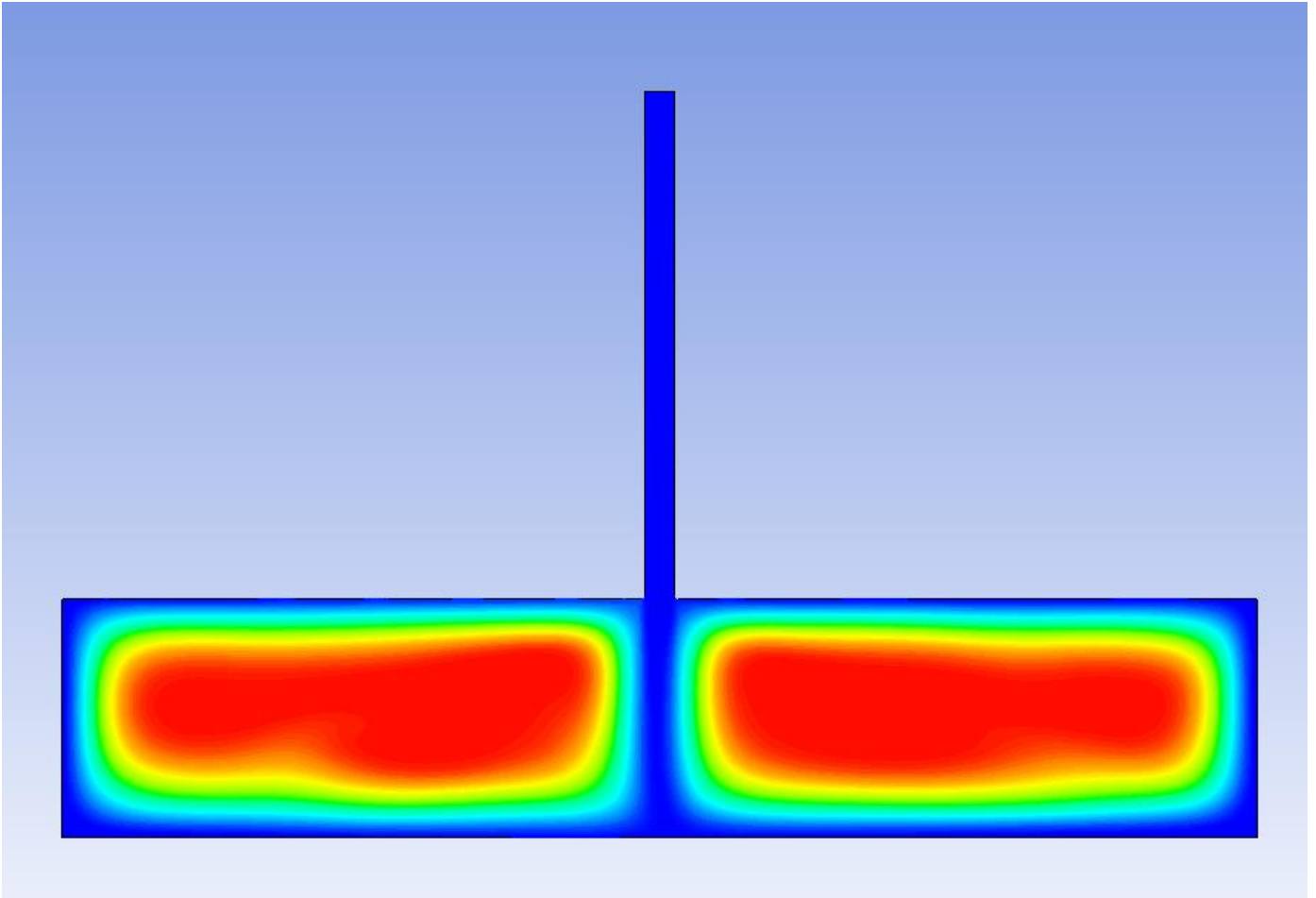


Tutoriel ANSYS Fluent : Introduction aux flux multiphase.



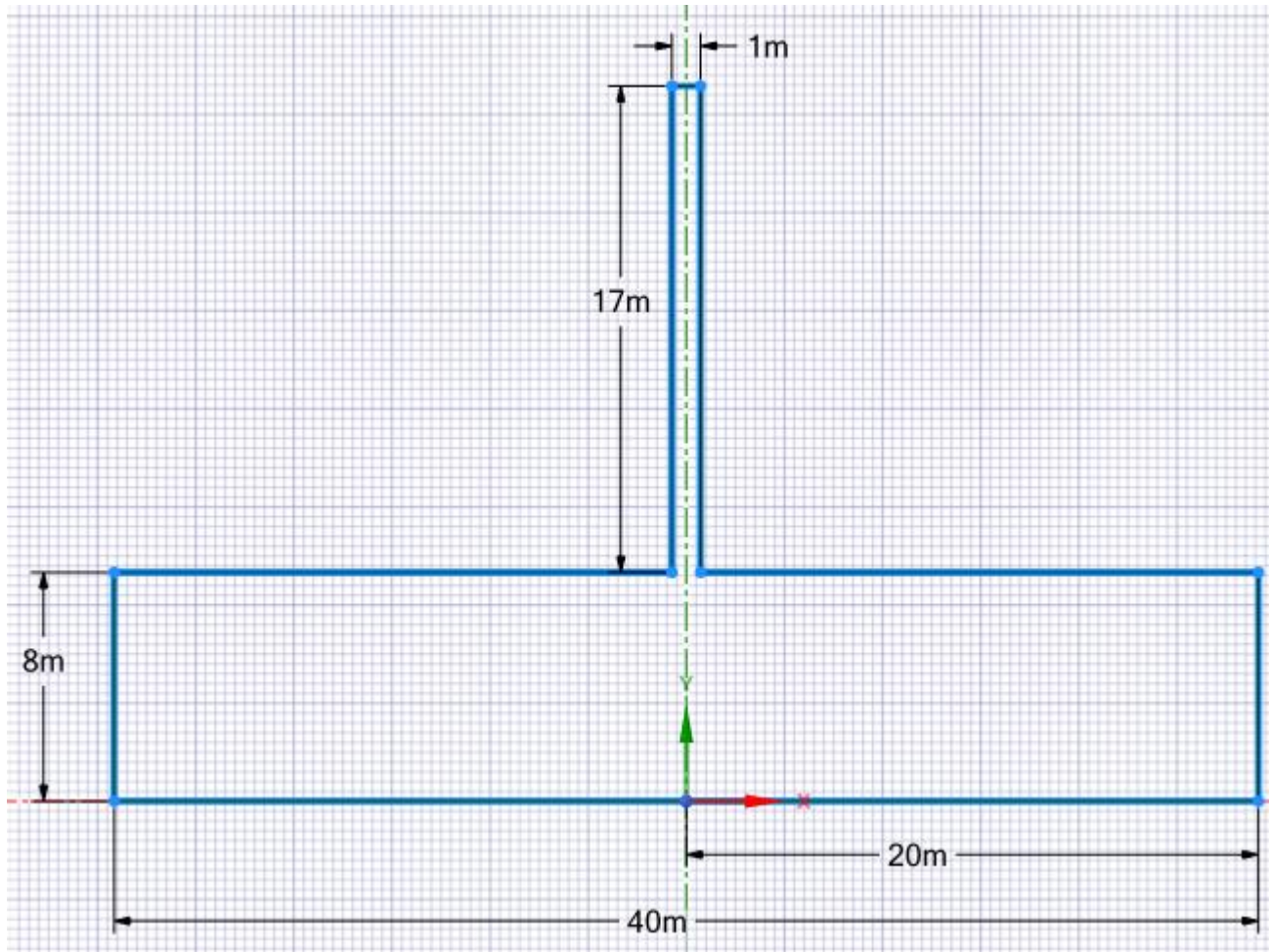
Louis Bourgoin

Table des matières

1	Introduction	3
2	Géométrie	4
3	Maillage	11
4	Résolution	17
5	Résultats.....	26

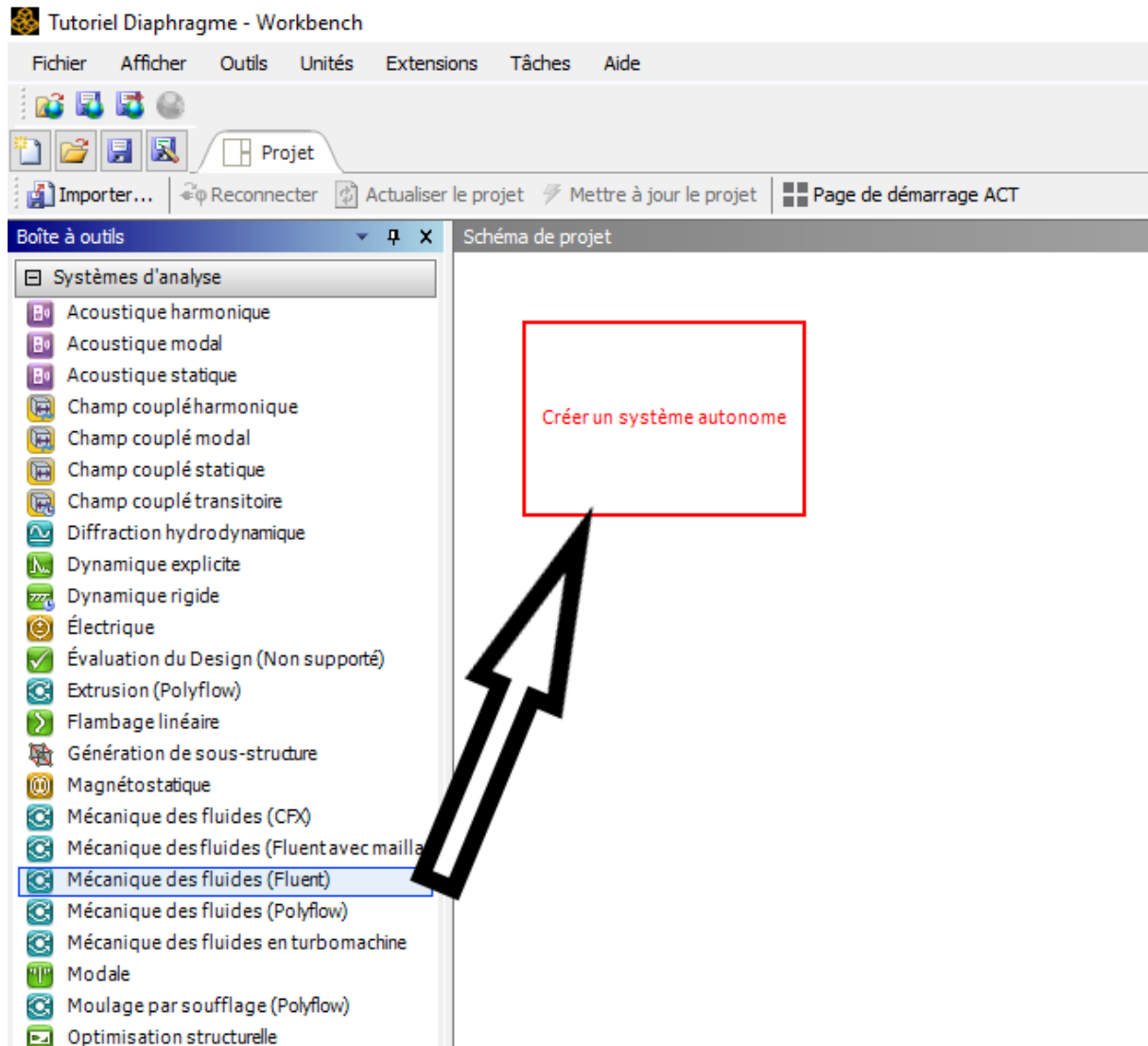
1 Introduction

Dans ce tutoriel, nous allons apprendre à simuler un écoulement constitué de plusieurs phases, ainsi qu'à créer une animation de la solution d'un problème instationnaire. On prendra l'exemple d'un jet d'eau s'écrasant sur la paroi d'un contenant rempli initialement d'air. Nos deux différentes phases sont donc constituées d'air pour l'une et d'eau pour l'autre. Notre problème est non seulement multiphasique mais également instationnaire, c'est-à-dire que notre simulation portera sur l'évolution de l'écoulement au cours du temps. Le domaine d'étude sera le suivant :

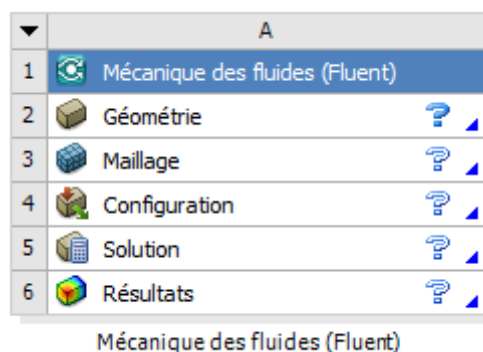


2 Géométrie

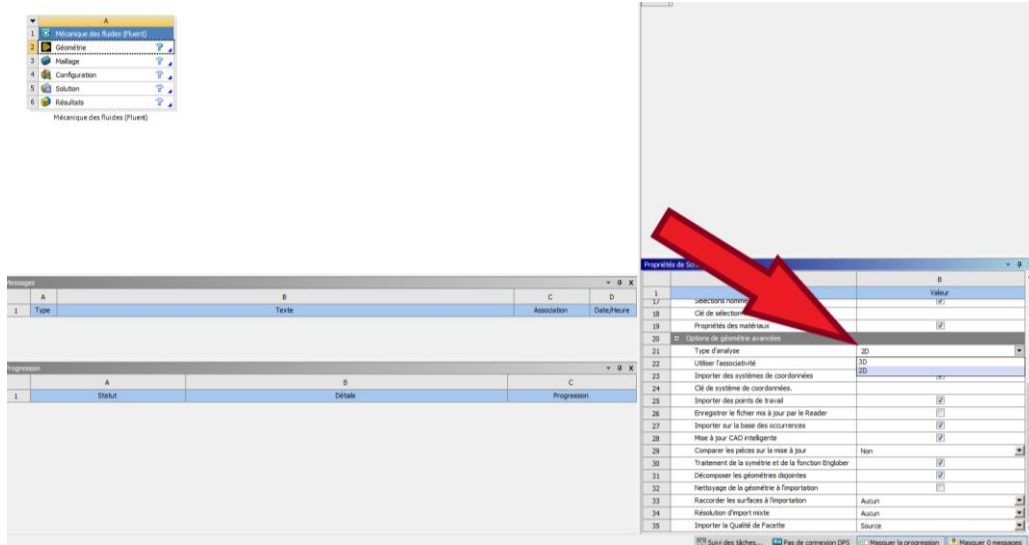
2.1) Sélectionner *Mécanique des fluides (Fluent)* et glisser-déposer dans le *Schéma de projet*.



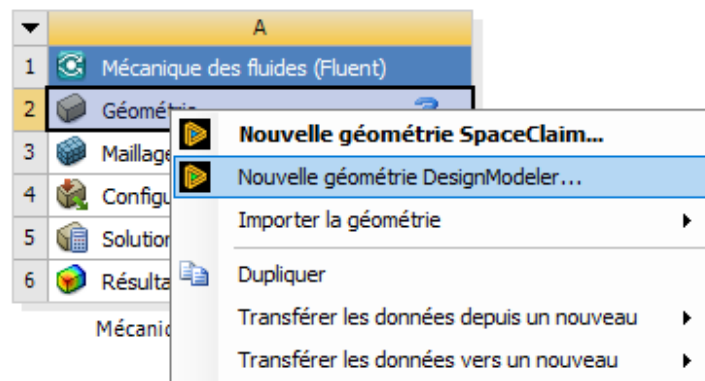
Le *Schéma de projet* suivant doit apparaître. Enregistrer le projet, sans utiliser d'accents dans aucun des dossiers menant au fichier.



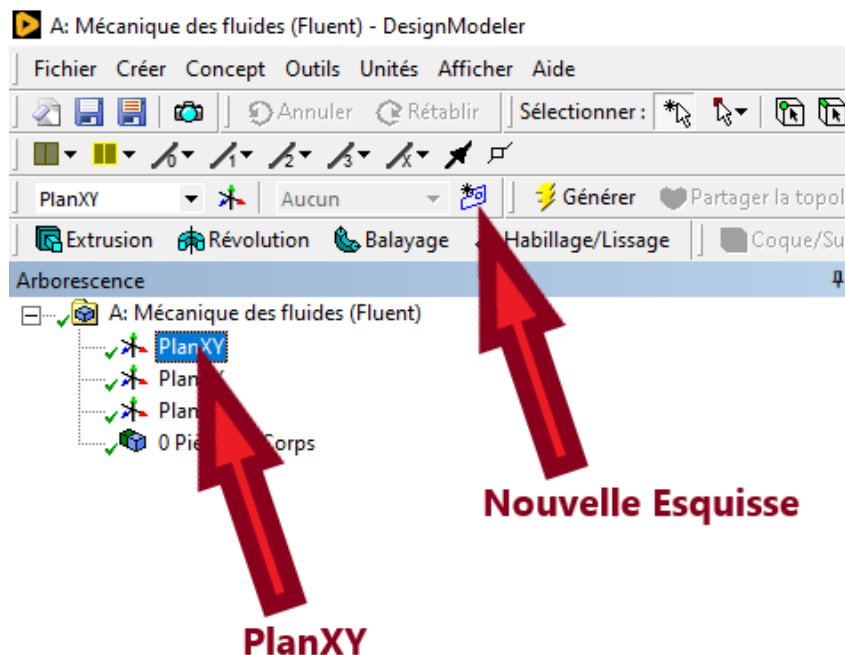
2.2) Clic gauche sur *Géométrie*, puis changer le *Type d'analyse* en *2D* dans les *Propriétés du schéma*.



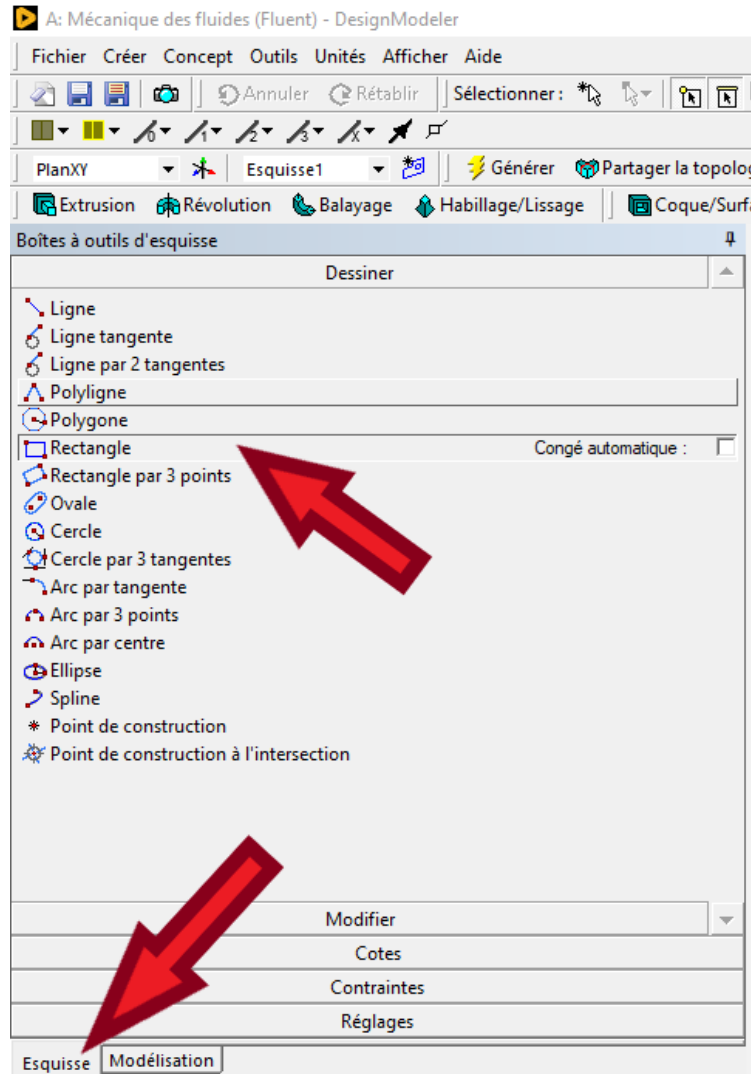
2.3) Clic droit sur *Géométrie*, sélectionner *Nouvelle géométrie avec DesignModeler*.



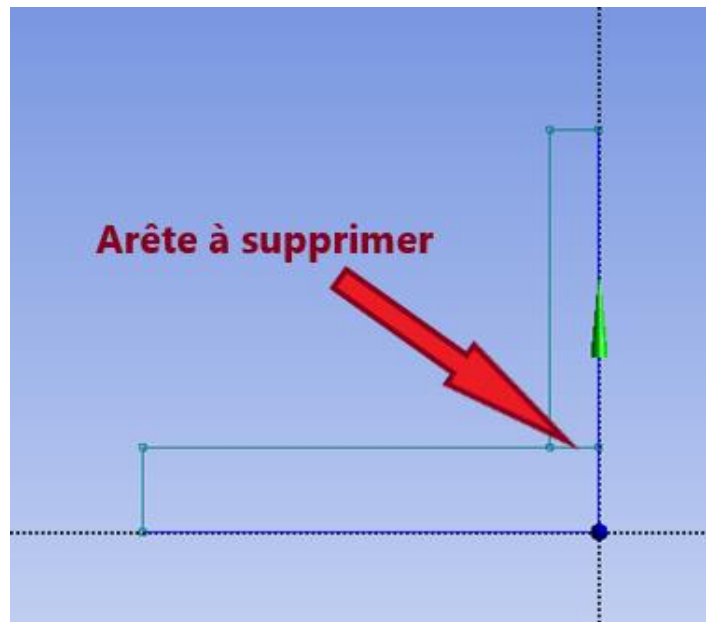
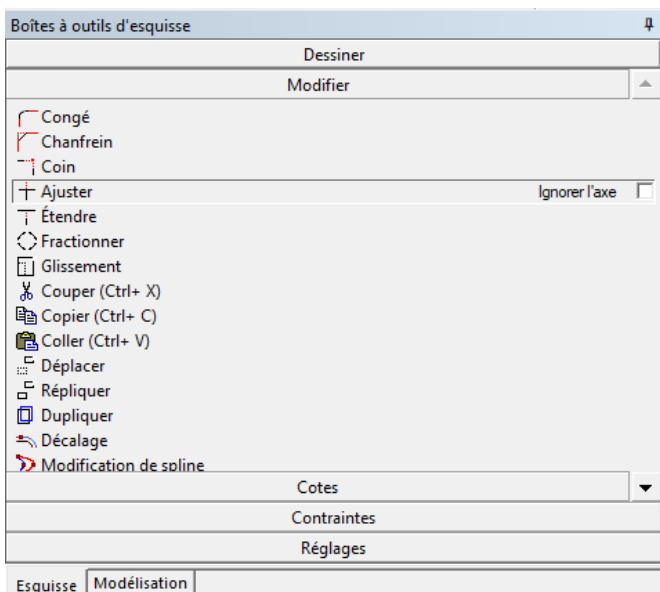
2.4) Sélectionner le *Plan XY*, puis créer une *Nouvelle Esquisse*.



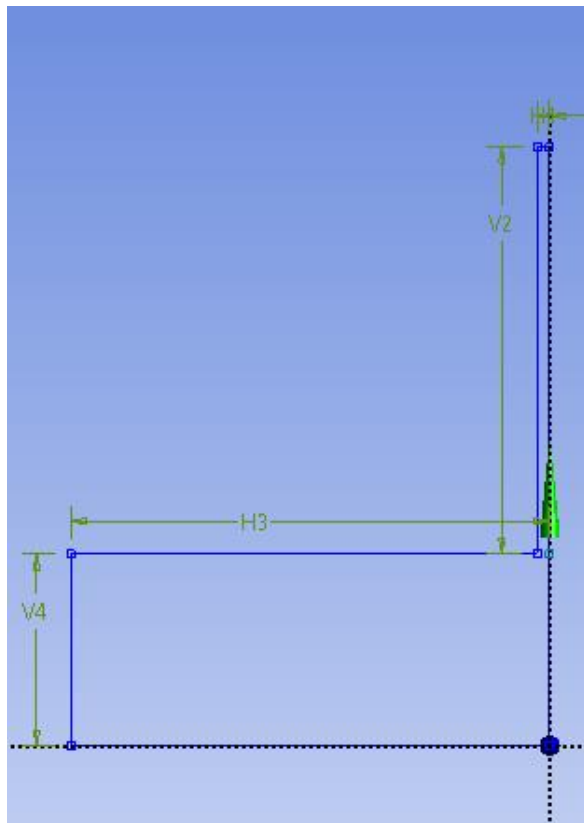
2.5) Accéder à la *Boîte à outils d'esquisse* en cliquant sur *Esquisse* en dessous de l'arborescence, puis sélectionner *Rectangle*.



2.6) Tracer la moitié des limites du domaine, puis dans la *Boîte à outils d'esquisse* accéder à l'onglet *Modifier*, sélectionner *Ajuster* et supprimer l'arête à l'intérieur du domaine

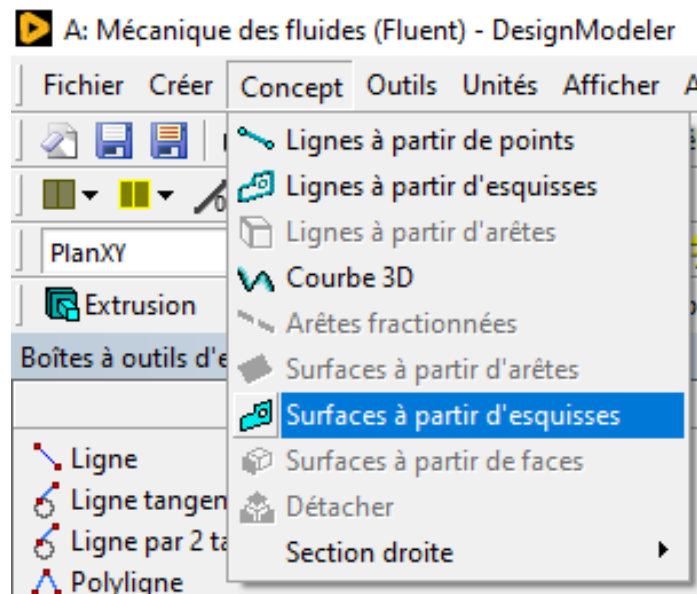


2.7) Affecter une cote à chaque arête **turquoise**. Cette couleur signifie que l'arête n'est pas totalement définie. Respecter les dimensions détaillées dans l'introduction.

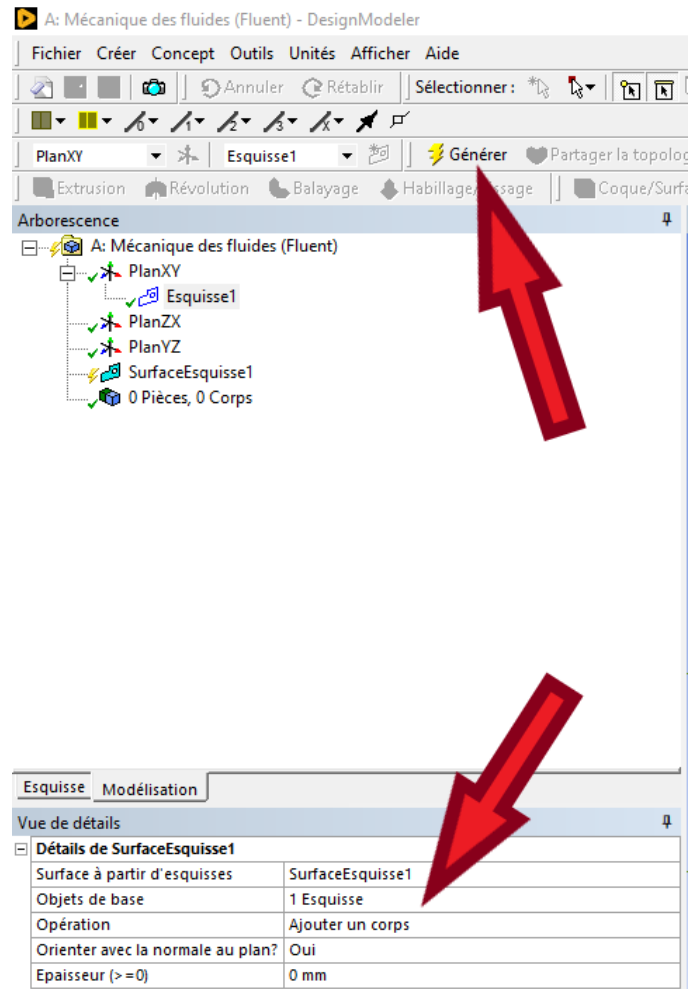


Cotes: 4	
<input type="checkbox"/> H1	0,5 m
<input type="checkbox"/> H3	20 m
<input type="checkbox"/> V2	17 m
<input type="checkbox"/> V4	8 m

2.8) Cliquer sur *Concept*, puis *Surface à partir d'esquisses*.



2.9) Sélectionner *Esquisse1* comme *Objet de base* puis cliquer sur *Générer*.



2.10) Dans l'arborescence, cliquer sur *Corps surfacique*, puis changer le type de corps en *Fluide*.

Arborescence

- A: Mécanique des fluides (Fluent)
 - PlanXY
 - Esquisse1
 - PlanZX
 - PlanYZ
 - SurfaceEsquisse1
 - 1 Pièce, 1 Corps
 - Corps surfacique**

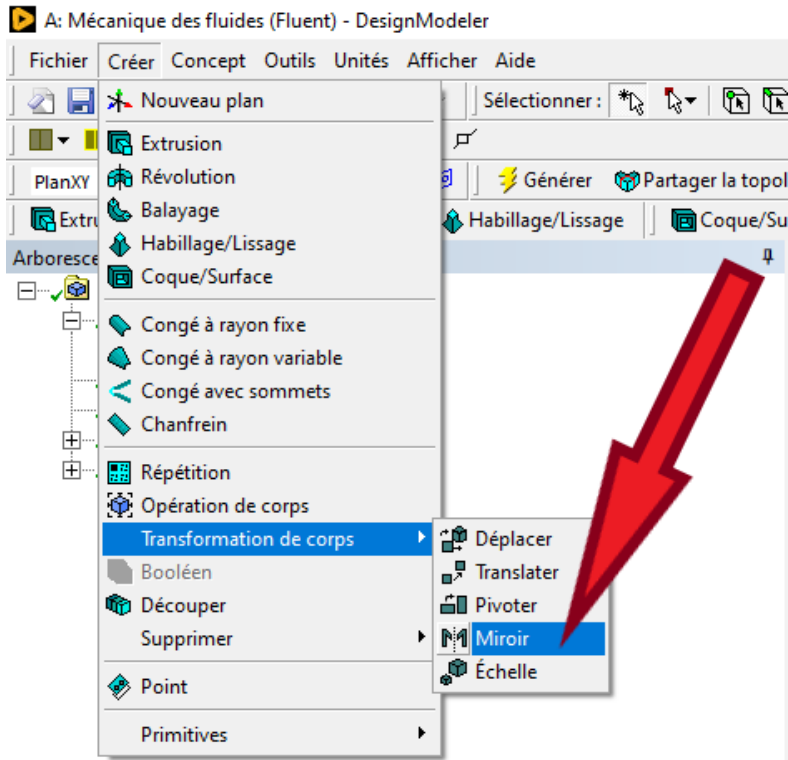
Esquisse **Modélisation**

Vue de détails

Détails de Corps surfacique

Corps	Corps surfacique
Mode d'épaisseur	Hérité
Épaisseur (>=0)	
Aire	
Faces	
Arêtes	
Sommets	
Fluide/Solide	Fluide
Méthode de topologie partagée	Automatique
Type de géométrie	DesignModeler

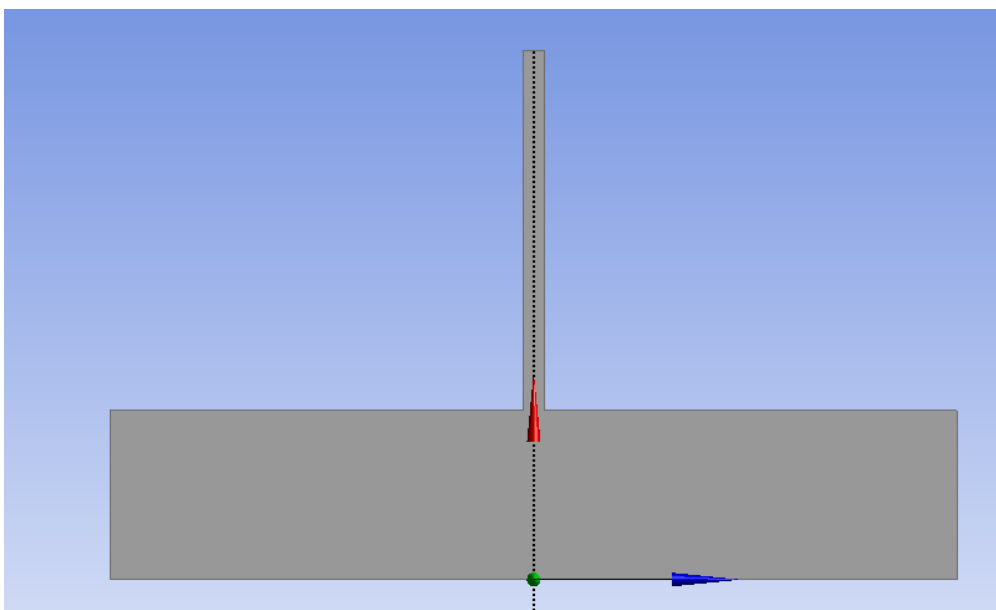
2.11) Cliquer sur *Créer* → *Transformation de corps* → *Miroir*.



2.12) Sélectionner le *Plan YZ* comme *Plan Miroir* et *Corps Surfaccique* comme *Corps* puis cliquer sur *Générer*.

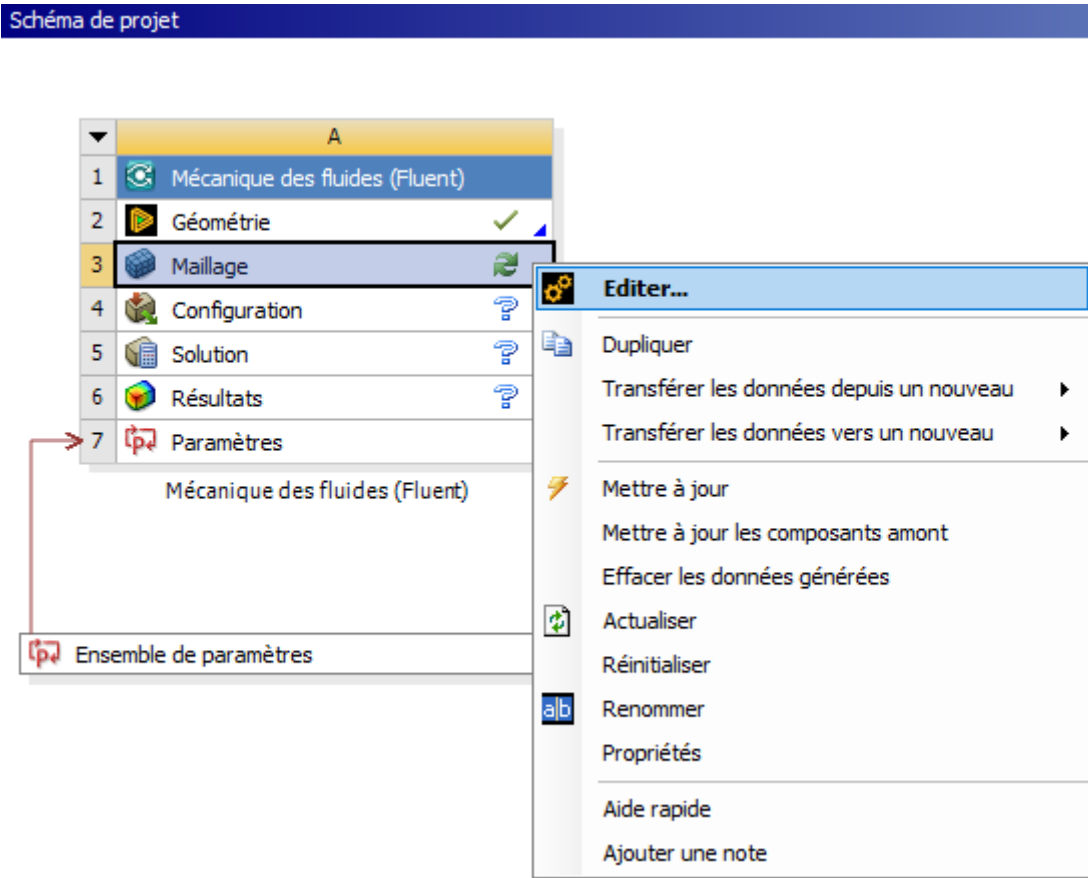
Détails de Miroir1	
Symétriser	Miroir1
Conserver les corps ?	Oui
Plan miroir	PlanYZ
Corps	1

2.13) Une fois la géométrie suivante obtenue, fermer *DesignModeler*.

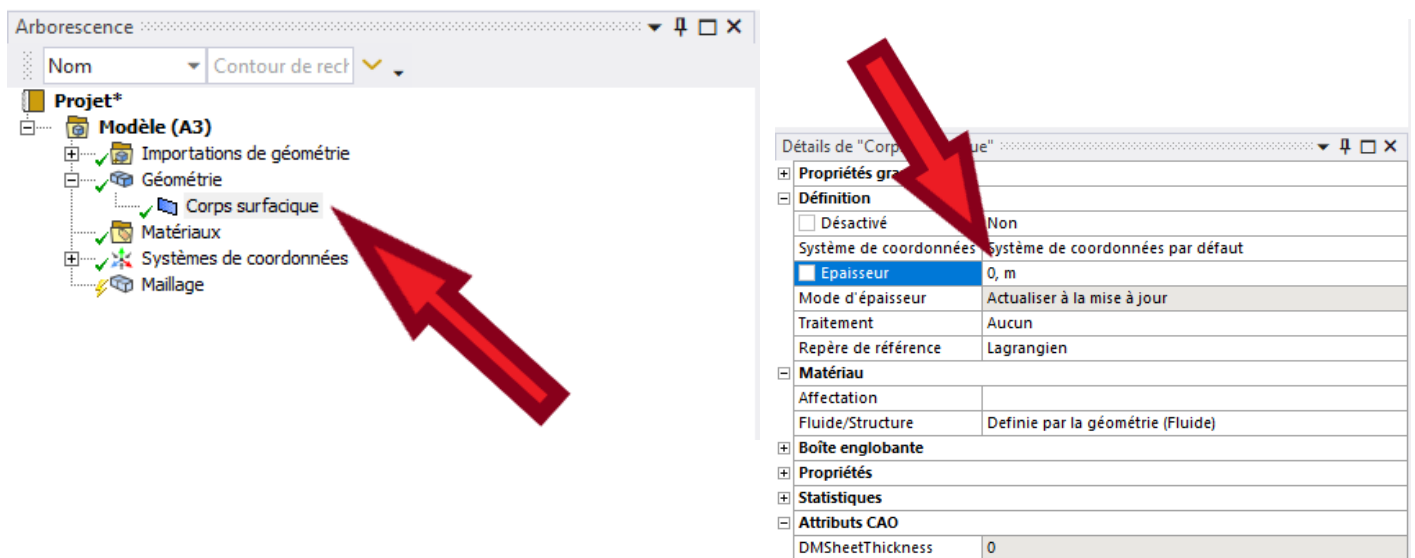


3 Maillage

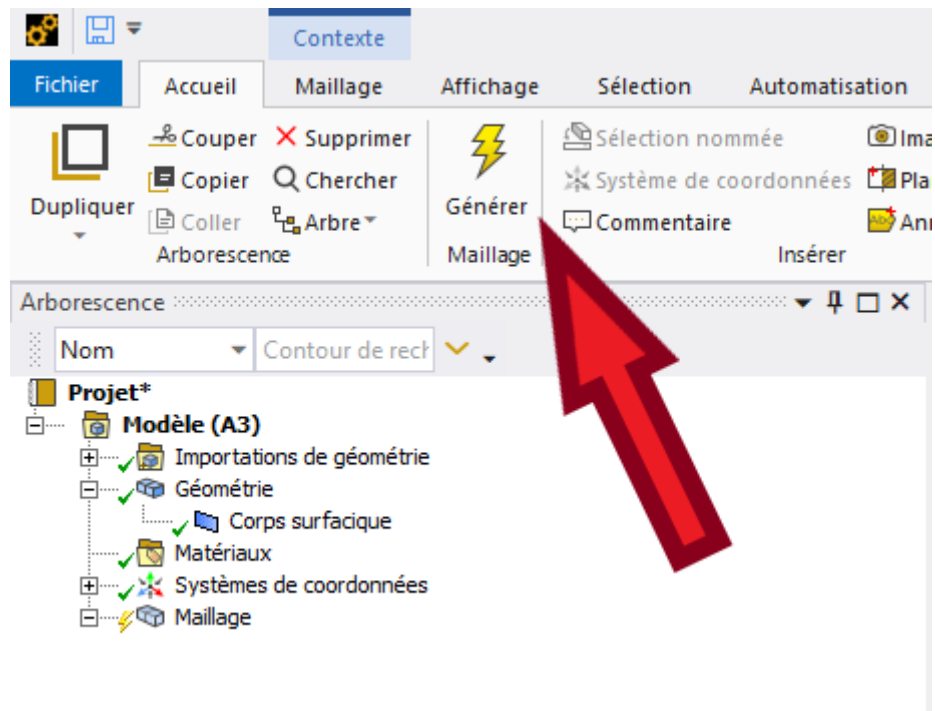
3.1) Dans le *Schéma de projet*, double cliquer sur *Maillage*, ou faire clic-droit → Éditer.



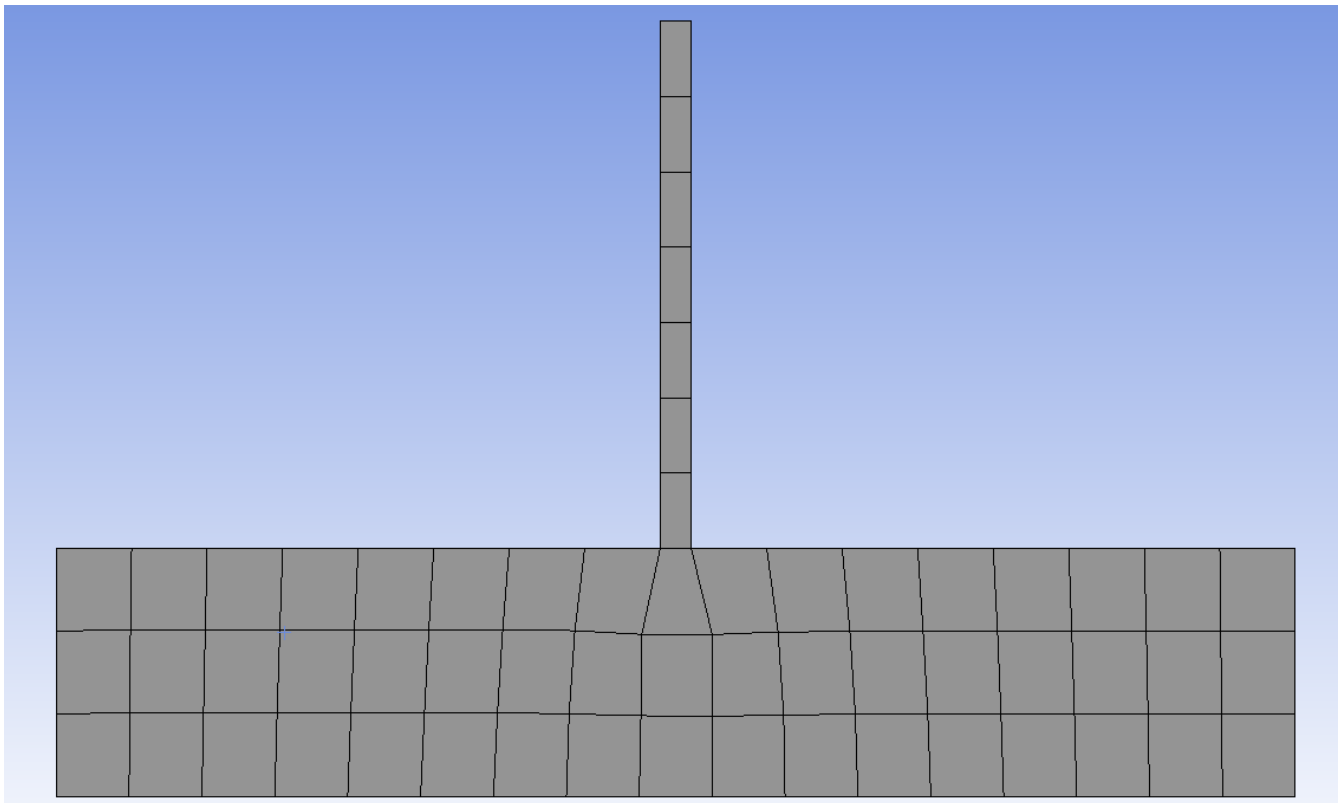
3.2) Sélectionner le *Corps Surfaccique* dans l'arborescence et fixer l'épaisseur à 0.



3.3) Cliquer sur *Générer*.

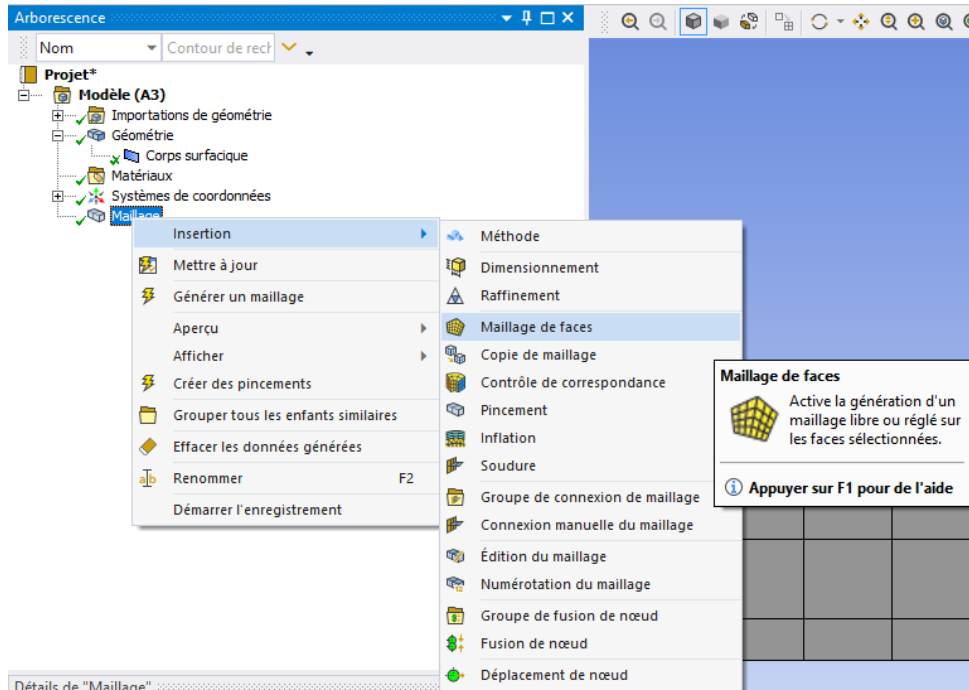


3.4) On obtient ce résultat :

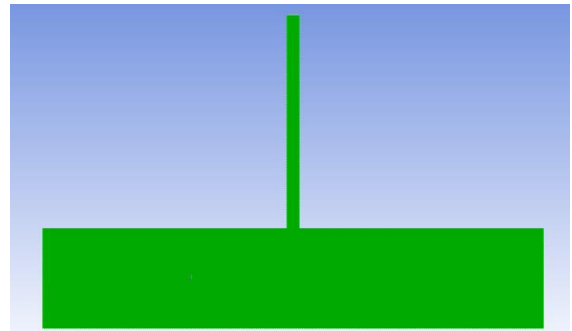
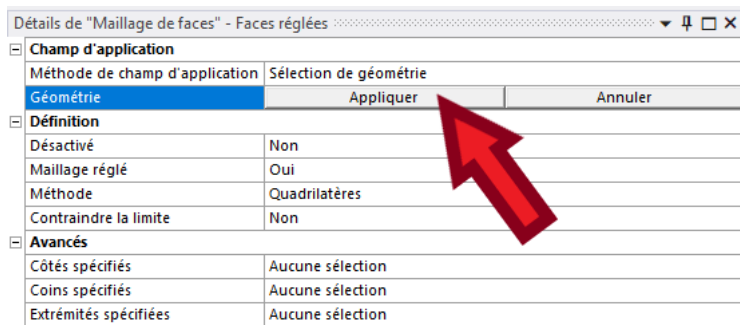


Le maillage initial est trop grossier. On va donc devoir lui donner une structure et raffiner ses dimensions.

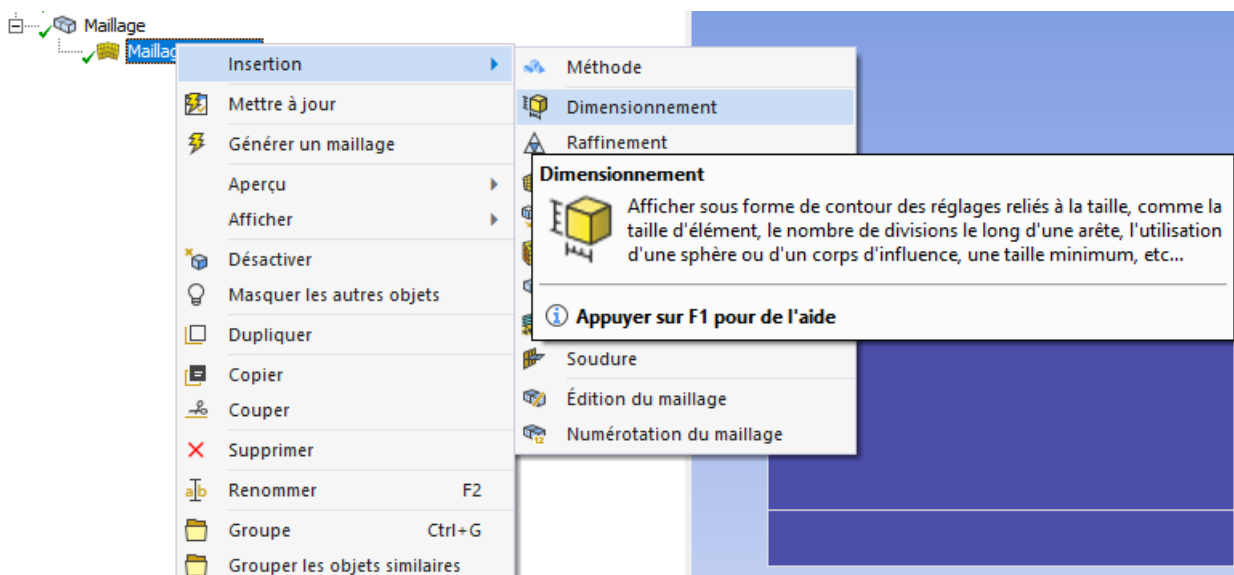
3.5) Pour appliquer un maillage structuré, clic droit sur *Maillage*, sélectionner *Insertion*, puis *Maillage des faces*.



3.6) Sélectionner la face comme *Géométrie* du *Champ d'application* et cliquer sur *Appliquer*. Vérifier que la *Méthode* est bien *Quadrilatère*. Cliquer sur *Générer*.



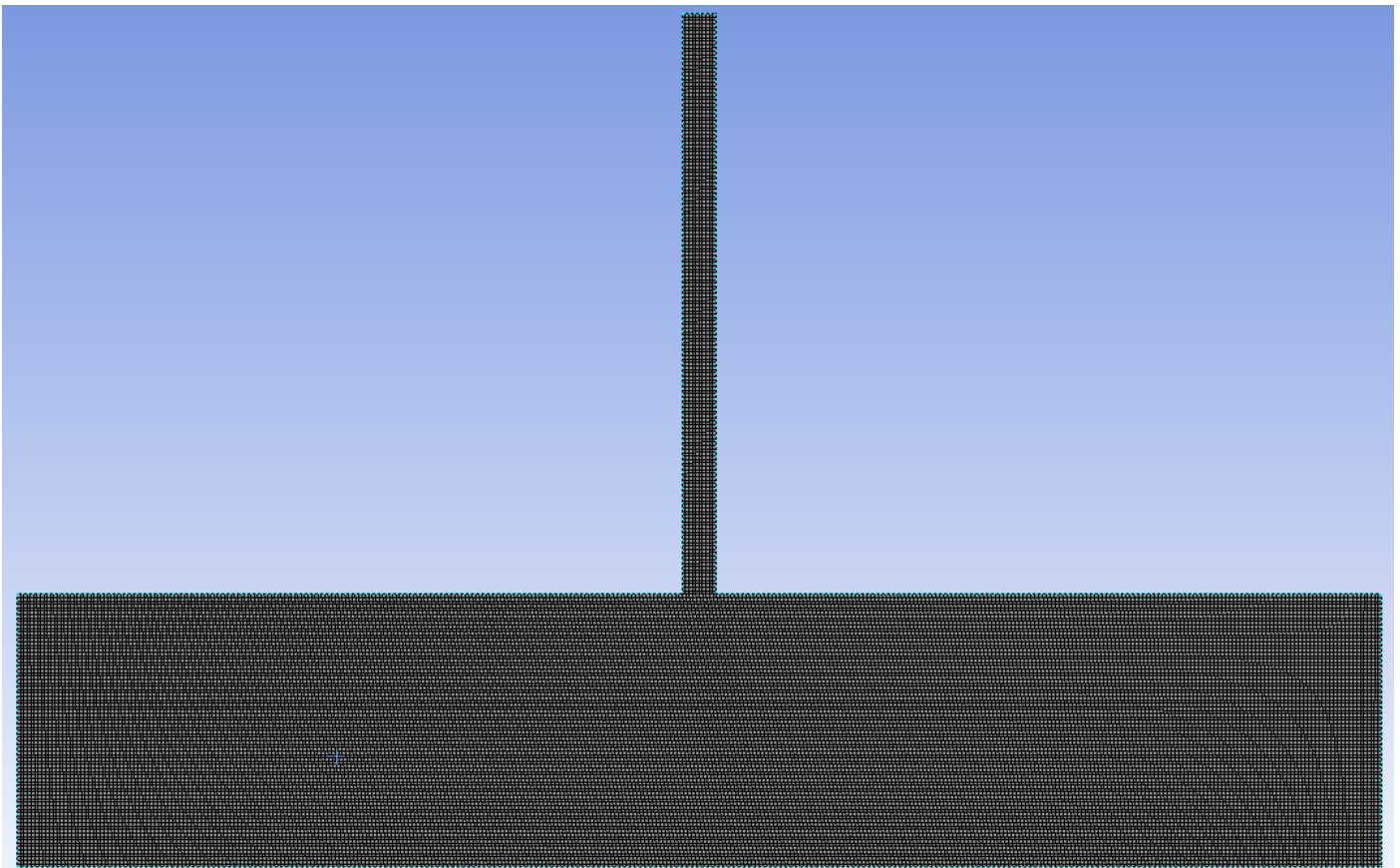
3.7) Clic droit sur *Maillage*, sélectionner *Insertion*, puis *Dimensionnement*.



3.8) Sélectionner la face comme *Géométrie* du *Champ d'application*. Définir le type de dimensionnement comme *Taille des éléments*, en fixant cette taille à 0.1 m. Régler le comportement sur *Imposé*.

[-] Champ d'application	
Méthode de champ d'application	Sélection de géométrie
Géométrie	1 Face
[-] Définition	
Désactivé	Non
Type	Taille des éléments
<input type="checkbox"/> Taille des éléments	0,1 m
[-] Avancés	
<input type="checkbox"/> Taille de simplification	Par défaut (1,1792e-002 m)
Comportement	Imposé ▼
Capturer la courbure	Non
Capturer la proximité	Non

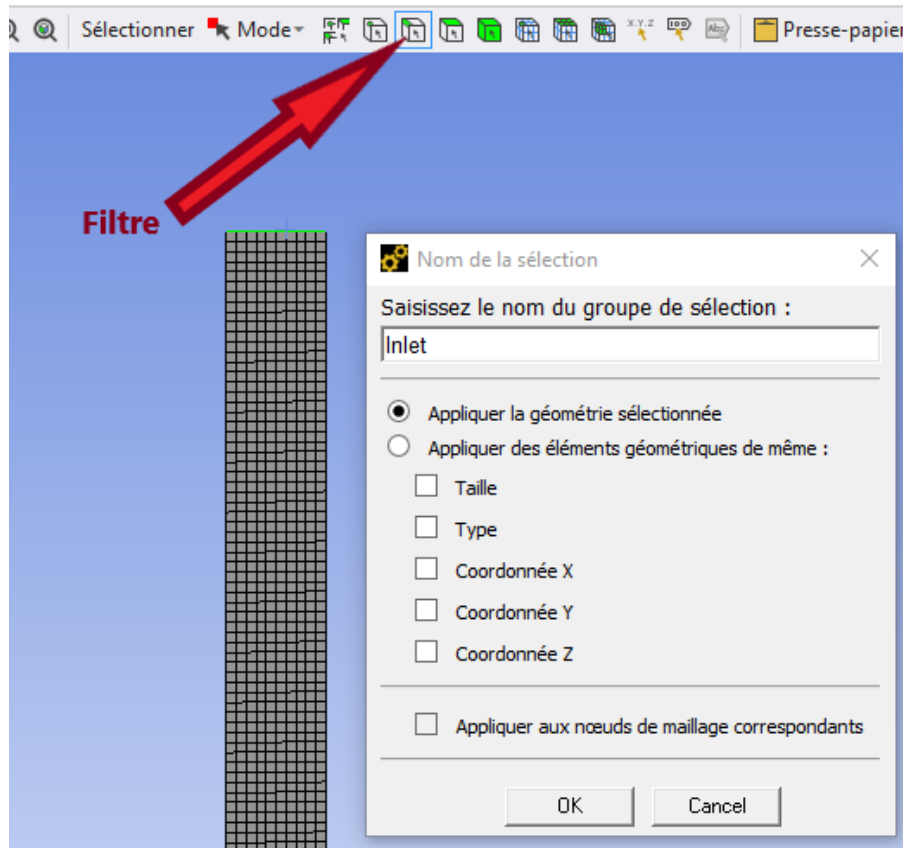
3.9) Après avoir cliqué sur *Générer*, voici le maillage que vous devez obtenir:



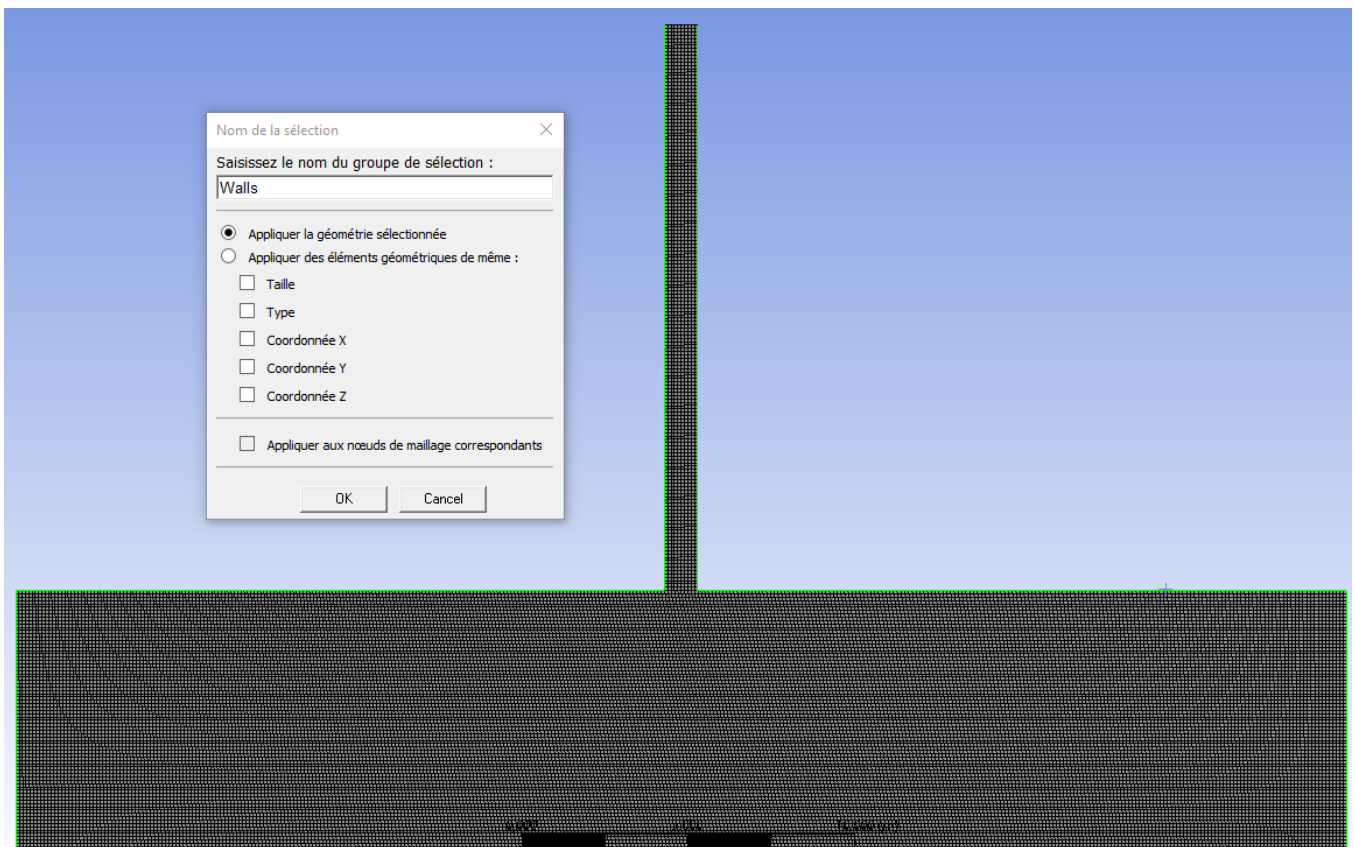
Pour ce type de problème, un maillage relativement fin et uniforme est adapté. On conserve donc ce maillage.

On va maintenant nommer les différentes frontières du maillage. On va utiliser la terminologie de fluent, afin que le logiciel détecte automatiquement le type des conditions limites quand on passera à la résolution.

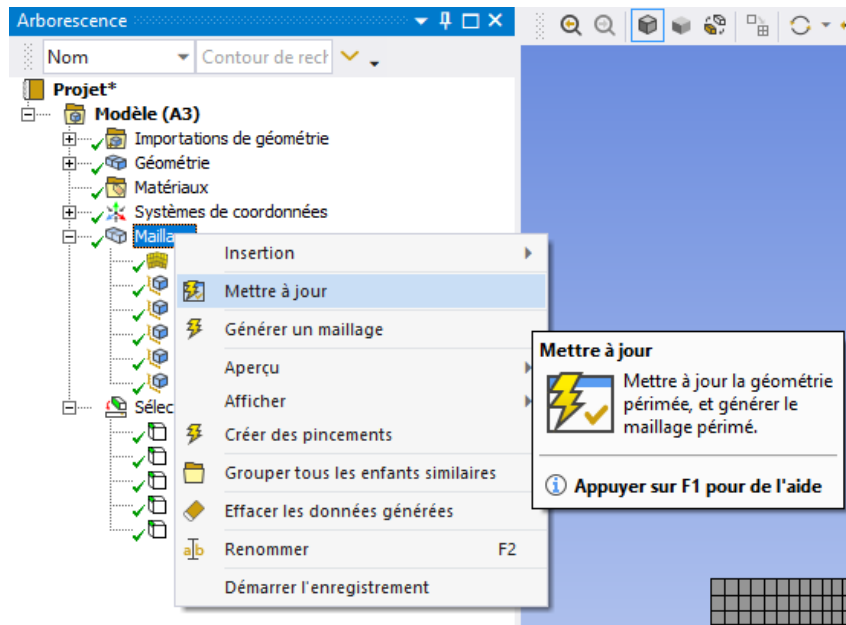
3.10) Sélectionner le segment en haut du domaine, puis appuyer sur « N »
(On peut aussi faire clic-droit → *Créer une sélection nommée*). Renommer la frontière « Inlet ». Pensez à utiliser le *Filtre de sélection* pour pouvoir sélectionner des arêtes.



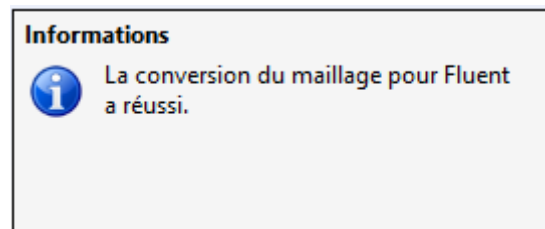
3.11) Nommer le reste des arêtes « Walls ».



3.12) Clic droit sur *Maillage* → *Mettre à jour*.

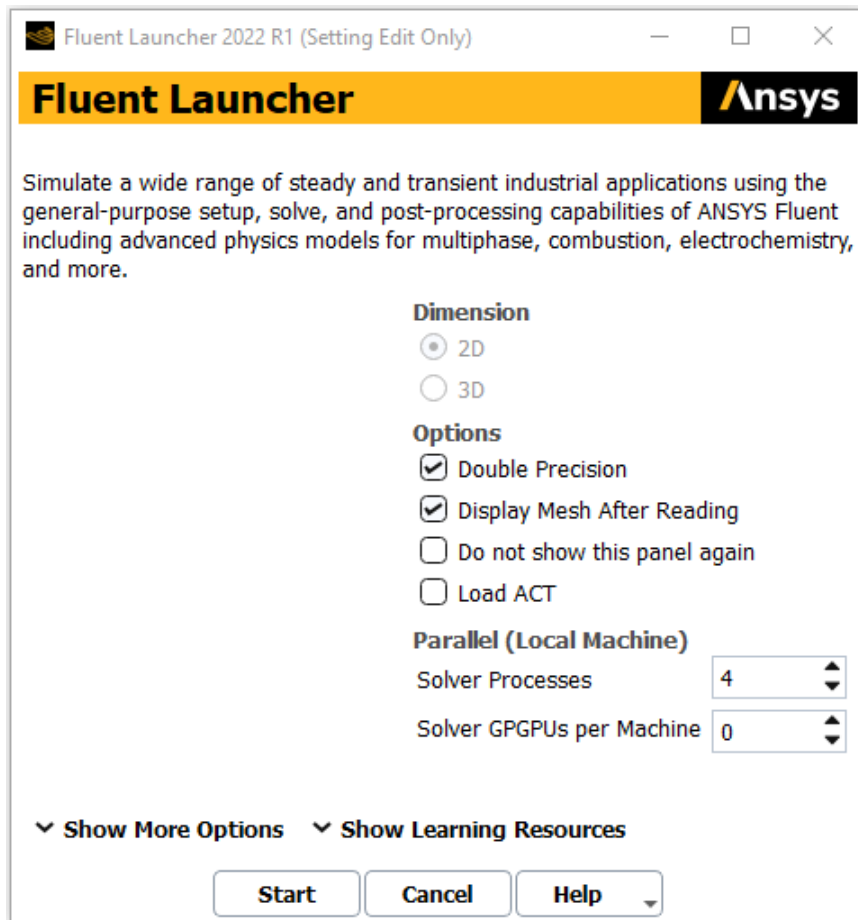


3.13) Un fois la mise à jour terminée ce message apparaît. Fermer l'outil de maillage.

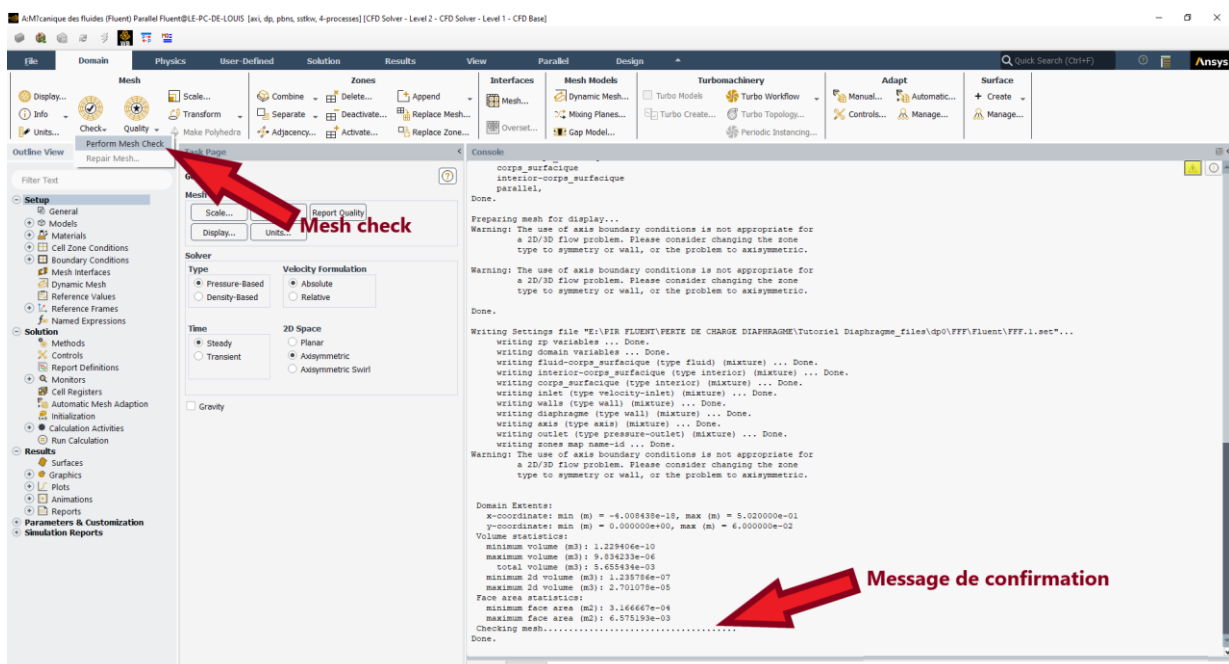


4 Résolution

4.1) Dans le *Schéma de projet*, double cliquer sur *Configuration*, ou faire clic-droit → Éditer. Dans la fenêtre qui apparaît, cocher *Double Précision* et régler le nombre de *Solver Processes* sur 4. Cliquer sur *Start*.



4.2) L'interface du solveur doit s'ouvrir. Vérifier le maillage avec la fonction *Mesh check* et s'assurer dans la console que l'opération s'est bien déroulée.



4.3) Définir le problème comme *Transient* (cela signifie instationnaire), et conserver les autres paramètres.

Solver

Type

- ☒ Pressure-Based
- ☐ Density-Based

Velocity Formulation

- ☒ Absolute
- ☐ Relative

Time

- ☐ Steady
- ☒ Transient

2D Space

- ☒ Planar
- ☐ Axisymmetric
- ☐ Axisymmetric Swirl

4.4) Dans l'onglet *Model*, choisir le modèle multiphase *Eulerian Implicit* puis choisir le modèle de turbulence *K-omega SST* en *Mixture*. On utilise la formulation *Implicit* car elle permettra d'utiliser un pas de temps plus grand (et donc de raccourcir les calculs), et le modèle *K-omega SST* car il est adapté aux problèmes où les principales perturbations sont causées par des murs.

Models

- Multiphase (Eulerian)
- Energy (Off)
- Viscous (SST k-omega, Mixture)
- Radiation (Off)
- Heat Exchanger (Off)
- Species (Off)
- Discrete Phase (Off)
- Acoustics (Off)
- Structure (Off)
- Potential/Li-ion Battery (Off)

Multiphase Model

Models | Phases | Phase Interaction | Population Balance Model

Model

- ☐ Off
- Homogeneous Models:
 - ☐ Volume of Fluid
 - ☐ Mixture
 - ☐ Wet Steam
- Inhomogeneous Models:
 - ☒ Eulerian

Number of Eulerian Phases: 2

Regime Transition Modeling

- ☐ Algebraic Interfacial Area Density (AIAD)
- ☐ Generalized Two Phase Flow (GENTOP)

Eulerian Parameters

- ☐ Dense Discrete Phase Model
- ☐ Boiling Model
- ☐ Multi-Fluid VOF Model

Volume Fraction Parameters

Formulation

- ☐ Explicit
- ☒ Implicit

Viscous Model

Model

- ☐ Laminar
- ☐ k-epsilon (2 eqn)
- ☒ k-omega (2 eqn)
- ☐ Reynolds Stress (5 eqn)

k-omega Model

- ☐ Standard
- ☐ GEKO
- ☐ BSL
- ☒ SST

k-omega Options

- ☐ Low-Re Corrections

Options

- ☐ Curvature Correction
- ☐ Corner Flow Correction
- ☐ Production Kato-Launder
- ☒ Production Limiter

Turbulence Multiphase Model

- ☒ Mixture
- ☐ Dispersed
- ☐ Per Phase

Model Constants

- TKE (Outer) Prandtl #: 1
- SDR (Inner) Prandtl #: 2
- SDR (Outer) Prandtl #: 1.168
- Dispersion Prandtl Number: 0.75
- Production Limiter Clip Factor: 10

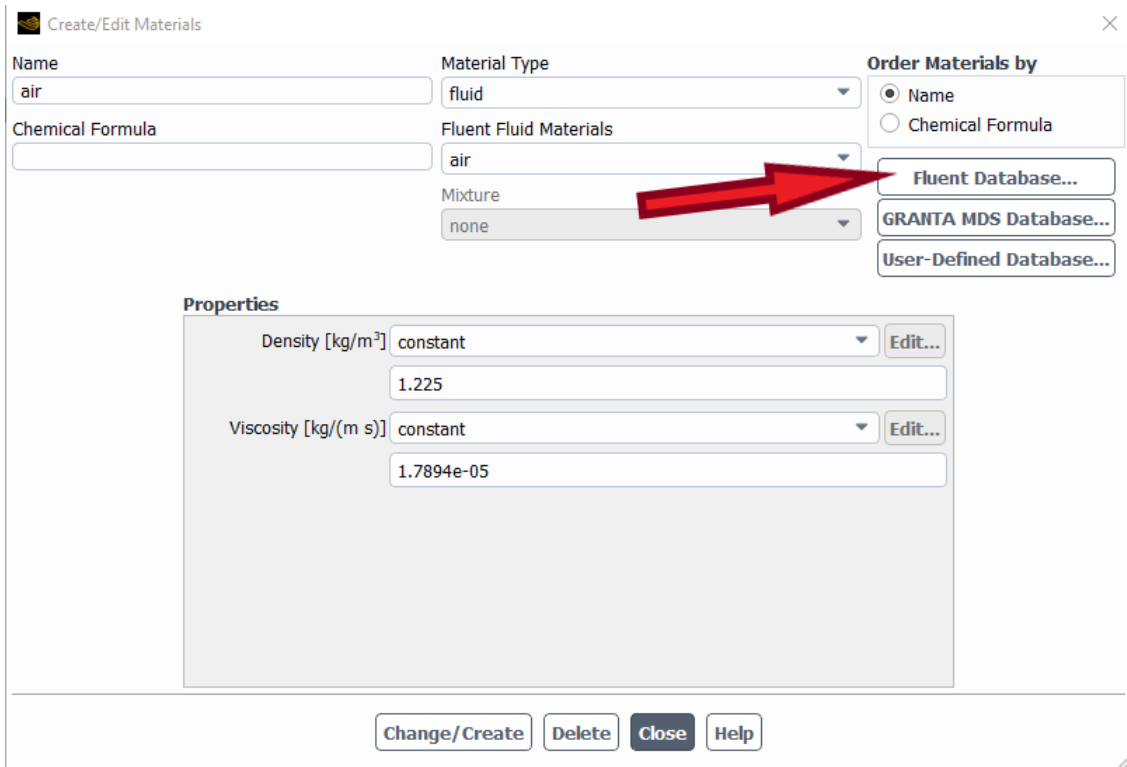
User-Defined Functions

Turbulent Viscosity

- mixture: none
- air: none
- water: none

Apply Close Help OK Cancel Help

4.5) Double-cliquer sur *Materials*. Dans l'onglet qui s'ouvre, cliquer sur *Create/Edit...* (en bas). Cliquer sur *Fluent Database* et descendre en tout en bas de la liste des matériaux. Sélectionner *water-liquid (h2o <l>)* puis cliquer sur *Copy*. Fermer la fenêtre puis cliquer sur *Change/Create*. Vérifier que *water-liquid* apparaît bien dans la liste des matériaux.



Create/Edit Materials

Name:

Material Type:

Order Materials by: ☒ Name ☐ Chemical Formula

Chemical Formula:

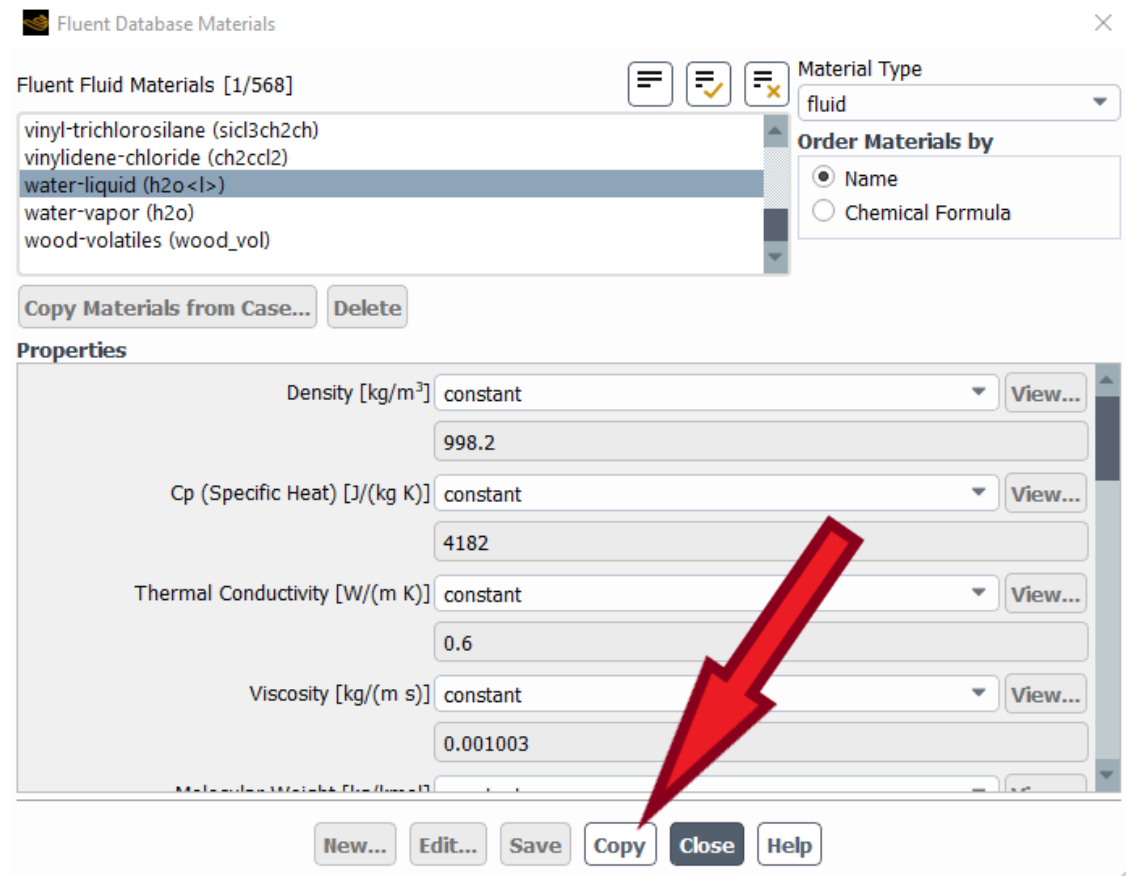
Fluent Fluid Materials:

Mixture:

Properties

Density [kg/m³]:

Viscosity [kg/(m s)]:



Fluent Database Materials

Fluent Fluid Materials [1/568]

Material Type:

Order Materials by: ☒ Name ☐ Chemical Formula

vinyl-trichlorosilane (sicl3ch2ch)

vinylidene-chloride (ch2ccl2)

water-liquid (h2o<l>)

water-vapor (h2o)

wood-volatiles (wood_vol)

Properties

Density [kg/m³]:

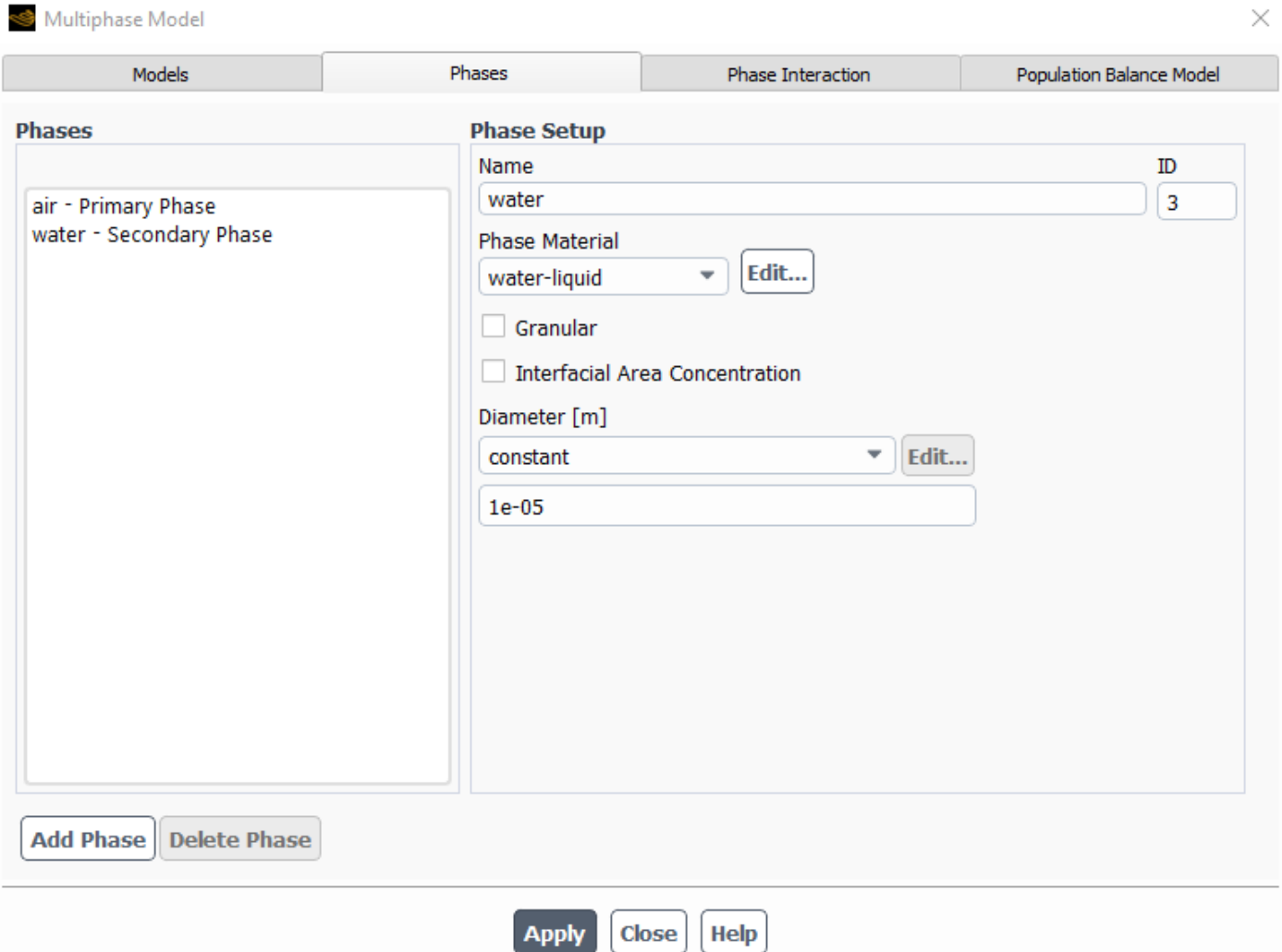
Cp (Specific Heat) [J/(kg K)]:

Thermal Conductivity [W/(m K)]:

Viscosity [kg/(m s)]:

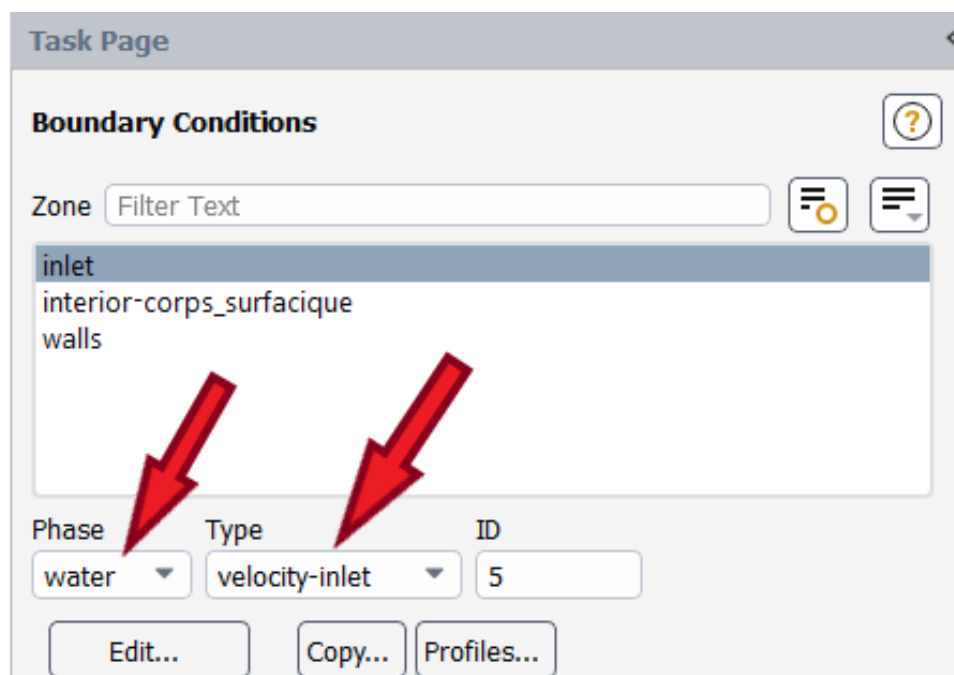
4.6) Retourner dans le menu du modèle multiphase et accéder à l'onglet *Phases*.

Définir *air* comme phase primaire et *water-liquid* comme phase secondaire.



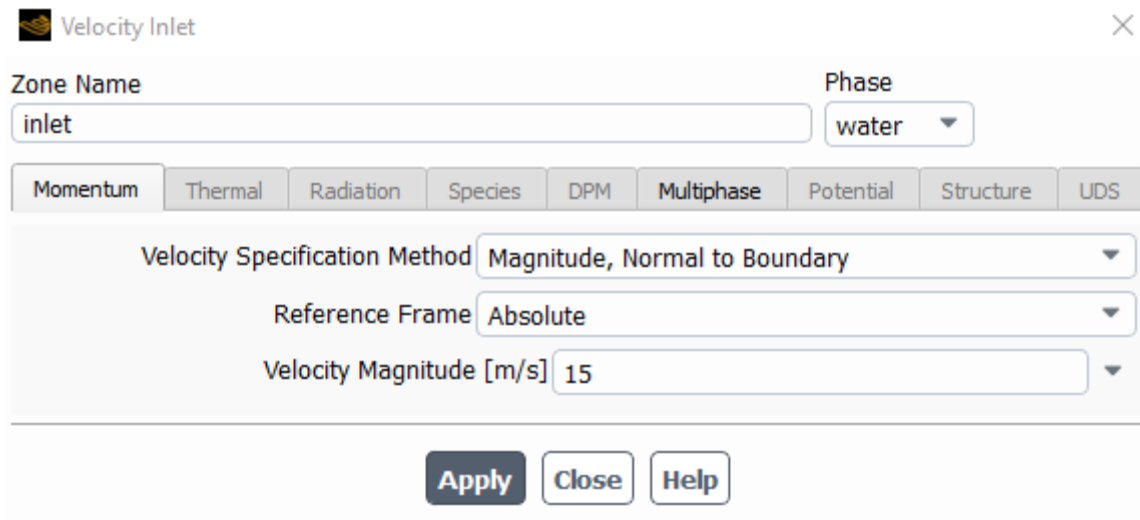
The screenshot shows the 'Multiphase Model' dialog box with the 'Phases' tab selected. The 'Phases' list on the left contains 'air - Primary Phase' and 'water - Secondary Phase'. The 'Phase Setup' panel on the right shows the configuration for the selected phase 'water' (ID 3). The 'Phase Material' is set to 'water-liquid', and the 'Diameter [m]' is set to 'constant' with a value of '1e-05'. There are 'Add Phase' and 'Delete Phase' buttons at the bottom left, and 'Apply', 'Close', and 'Help' buttons at the bottom right.

4.7) Double cliquer sur *Boundary Conditions*. Cliquer sur *Inlet*, changer la phase en *water* et vérifier que le type est bien *velocity-inlet*.



The screenshot shows the 'Task Page' with the 'Boundary Conditions' panel. The 'Zone' list contains 'inlet', 'interior-corps_surfacique', and 'walls'. The 'inlet' zone is selected. Below the list, the 'Phase' is set to 'water' and the 'Type' is set to 'velocity-inlet'. The 'ID' is 5. There are 'Edit...', 'Copy...', and 'Profiles...' buttons at the bottom. Two red arrows point to the 'Phase' and 'Type' dropdown menus.

4.8) Ouvrir le détail de *Inlet* avec *Edit*. Fixer la vitesse d'entrée sur à 15 m/s.



Velocity Inlet

Zone Name: inlet

Phase: water

Momentum Thermal Radiation Species DPM **Multiphase** Potential Structure UDS

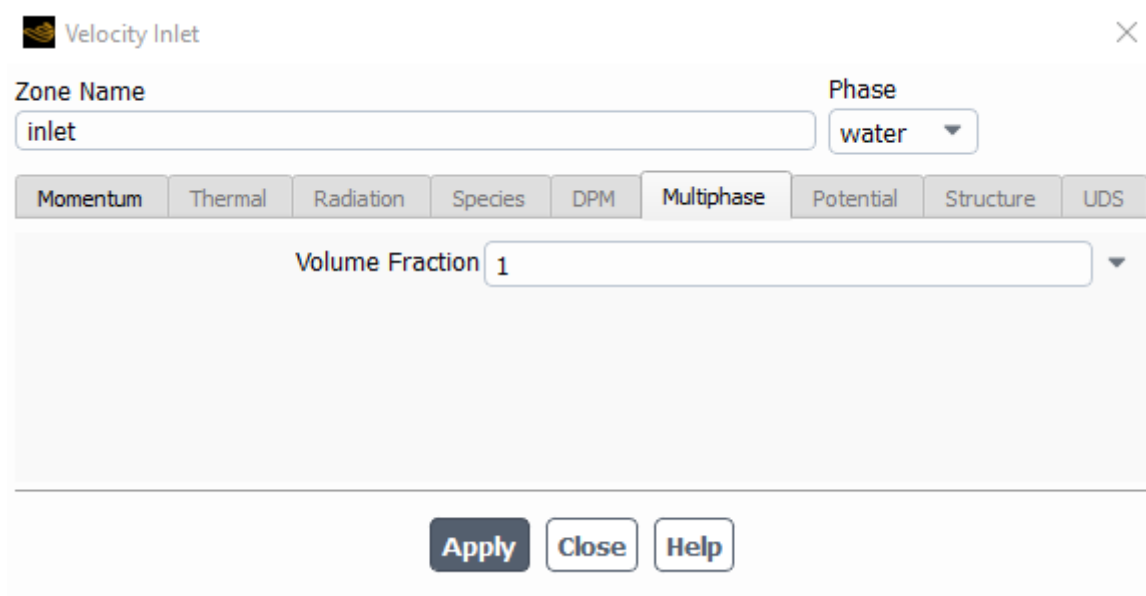
Velocity Specification Method: Magnitude, Normal to Boundary

Reference Frame: Absolute

Velocity Magnitude [m/s]: 15

Apply Close Help

4.9) Dans l'onglet *Multiphase*, définir *Volume Fraction* sur 1. Cela signifie qu'on aura uniquement de l'eau au niveau de l'*Inlet*.



Velocity Inlet

Zone Name: inlet

Phase: water

Momentum Thermal Radiation Species DPM **Multiphase** Potential Structure UDS

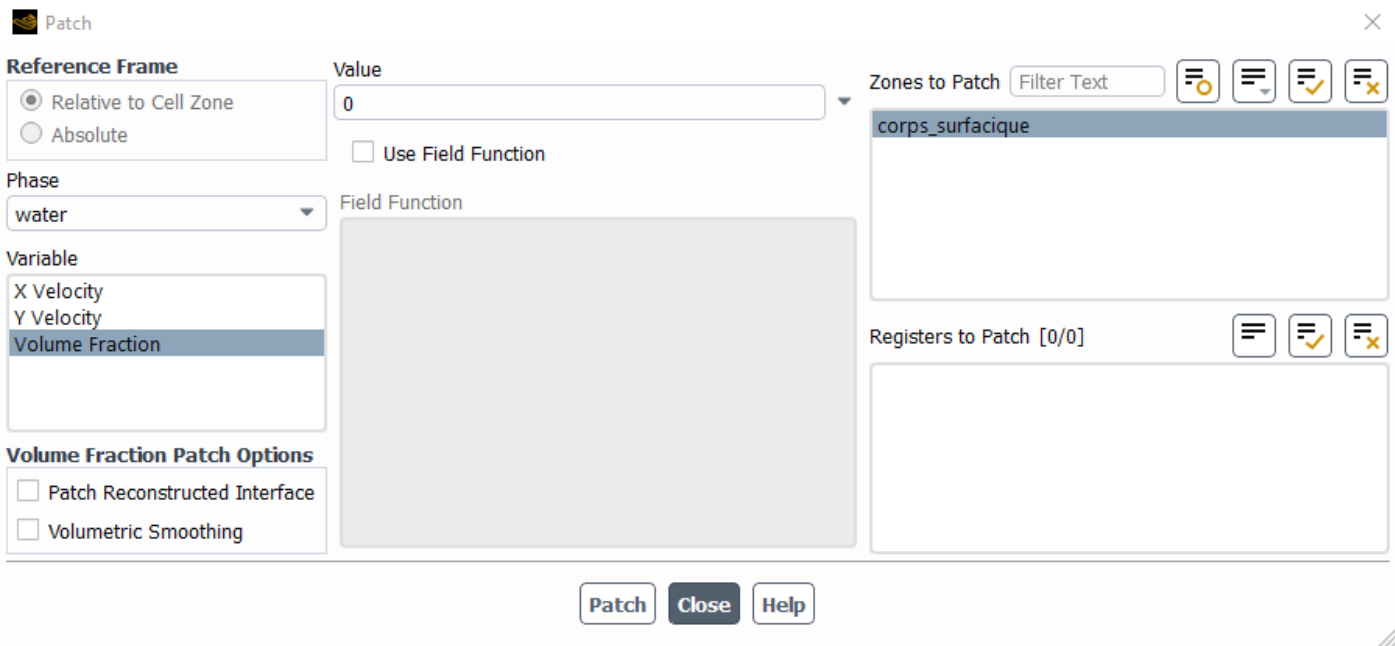
Volume Fraction: 1

Apply Close Help

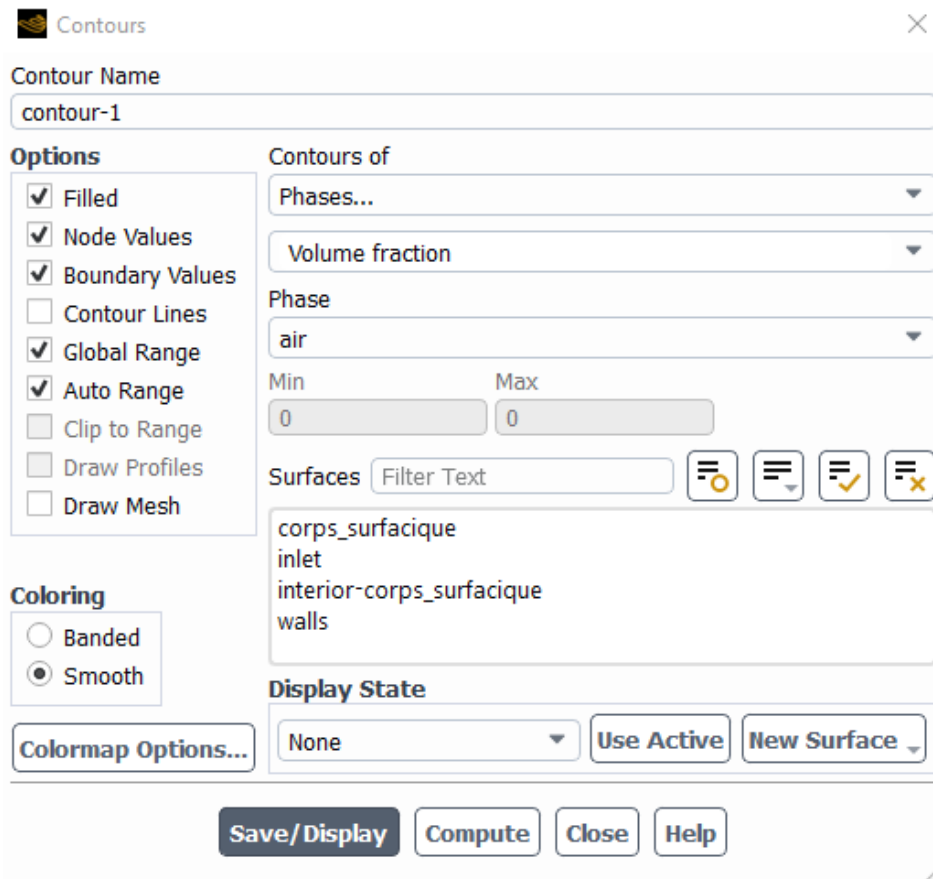
4.10) Dans l'onglet *Initialization*, sélectionner *Hybrid Initialisation* puis cliquer sur *Initialize*. Vérifier dans la console que l'opération s'est bien déroulée. Cliquer ensuite sur *Patch*



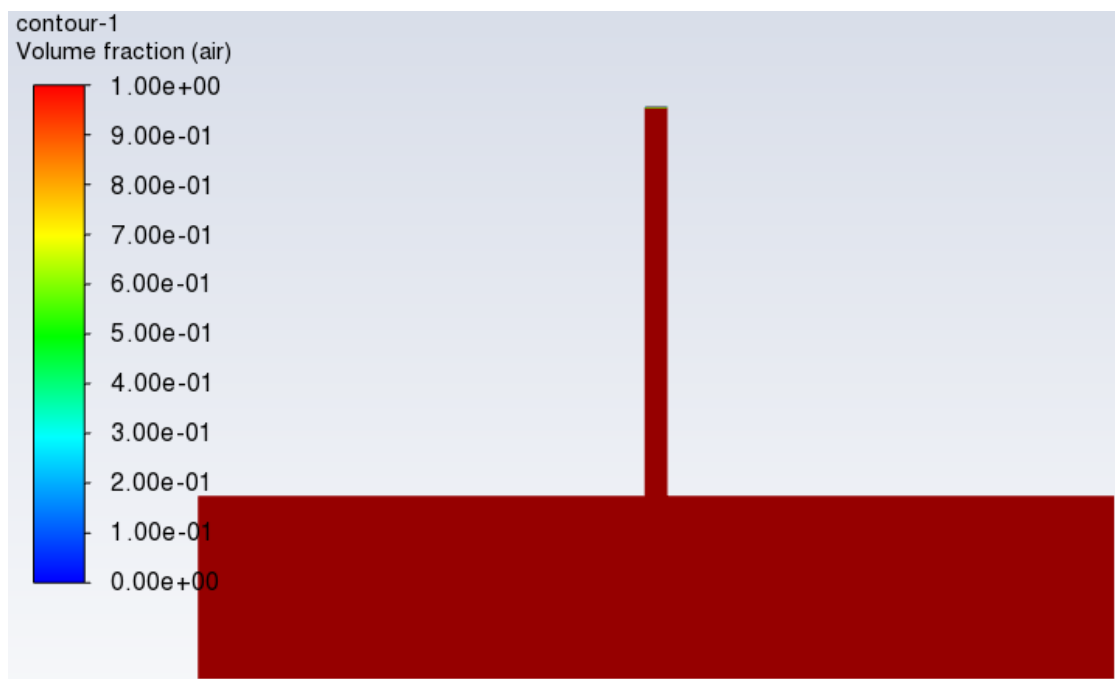
4.11) Changer *Phase* sur *water*, *Variable* sur *Volume Fraction*, fixer *Value* à 0 et sélectionner le *corps_surfacique* dans *Zones to Patch*. Décocher les *Volume Fraction Patch Options*. Cliquer sur *Patch* pour valider. Cette opération sert à définir le domaine comme étant uniquement rempli d'air à l'instant $t=0$.



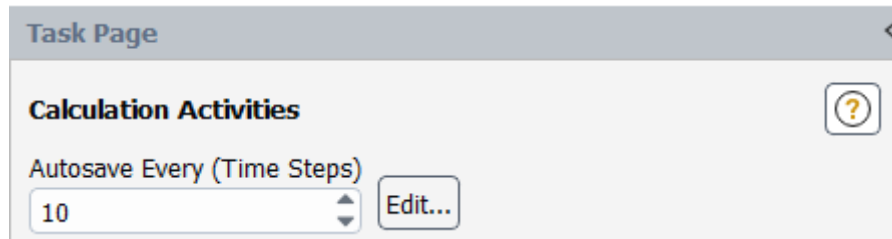
4.13) Pour vérifier que l'initialisation a été correctement effectuée, aller dans *Results* → *Graphics* → double clic sur *Contours*. Créer le contour de la fraction du volume d'air, puis cliquer sur *Save/Display* pour l'afficher.



La fraction d'air doit être à 1 sur tout le domaine, avec une tache bleue au niveau de l'*Inlet* indiquant l'entrée d'eau.



4.14) Dans *Calculation Activities*, activer la sauvegarde automatique tout les 10 pas de temps.



Task Page

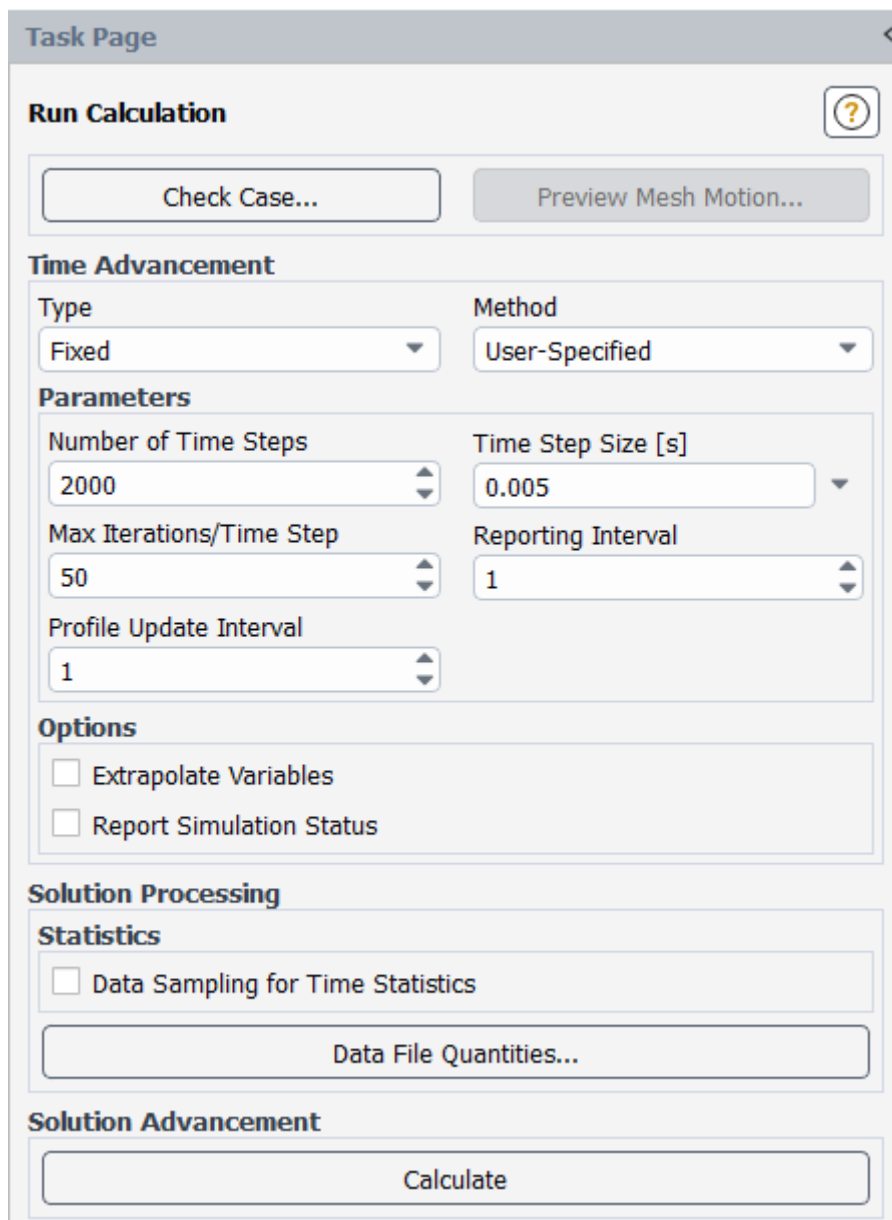
Calculation Activities

Autosave Every (Time Steps)

10

Edit...

4.15) Dans l'onglet *Run Calculation*, fixer le nombre de *Time Steps* à 2000, avec un *Time Step Size* de 0.005s et 50 itération maximum par *Time Step*. Cliquer sur *Calculate*.



Task Page

Run Calculation

Check Case... Preview Mesh Motion...

Time Advancement

Type: Fixed Method: User-Specified

Parameters

Number of Time Steps: 2000 Time Step Size [s]: 0.005

Max Iterations/Time Step: 50 Reporting Interval: 1

Profile Update Interval: 1

Options

☐ Extrapolate Variables

☐ Report Simulation Status

Solution Processing

Statistics

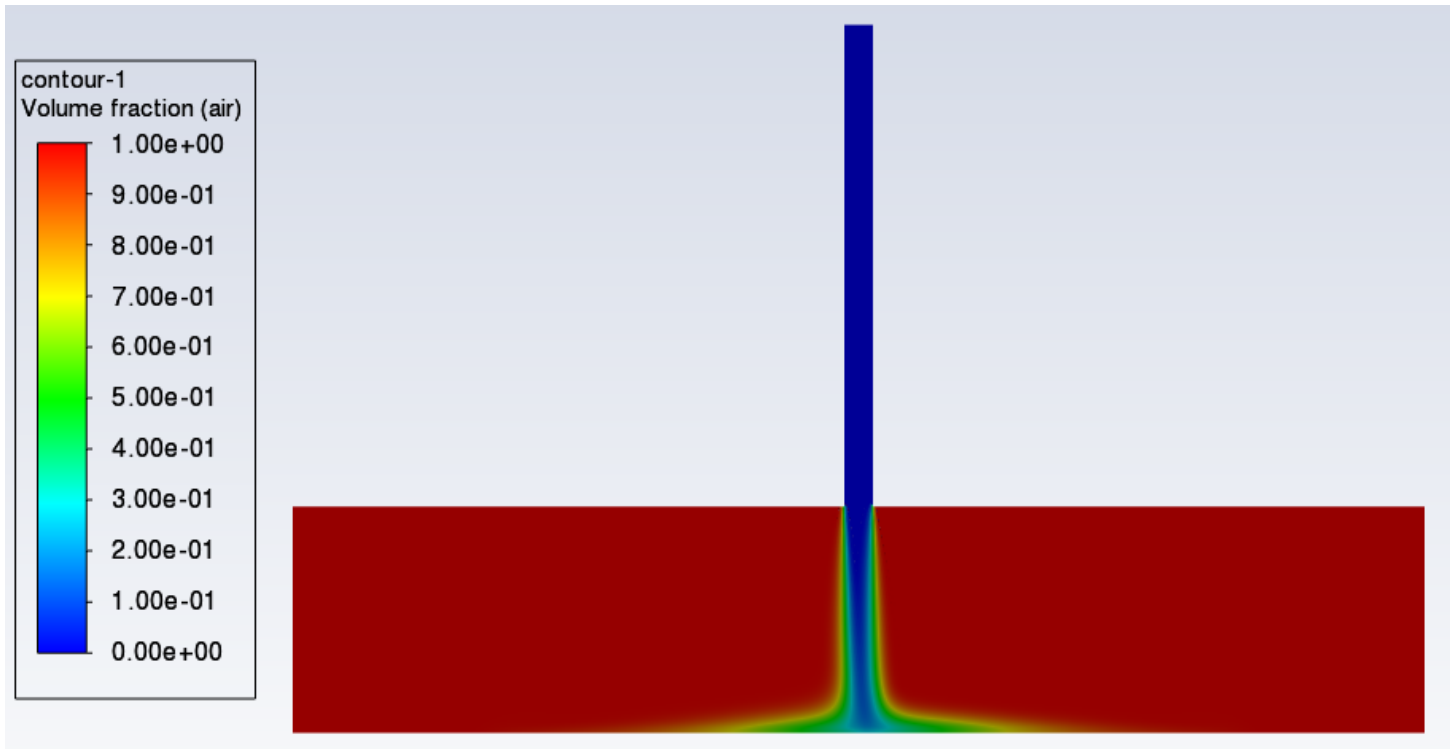
☐ Data Sampling for Time Statistics

Data File Quantities...

Solution Advancement

Calculate

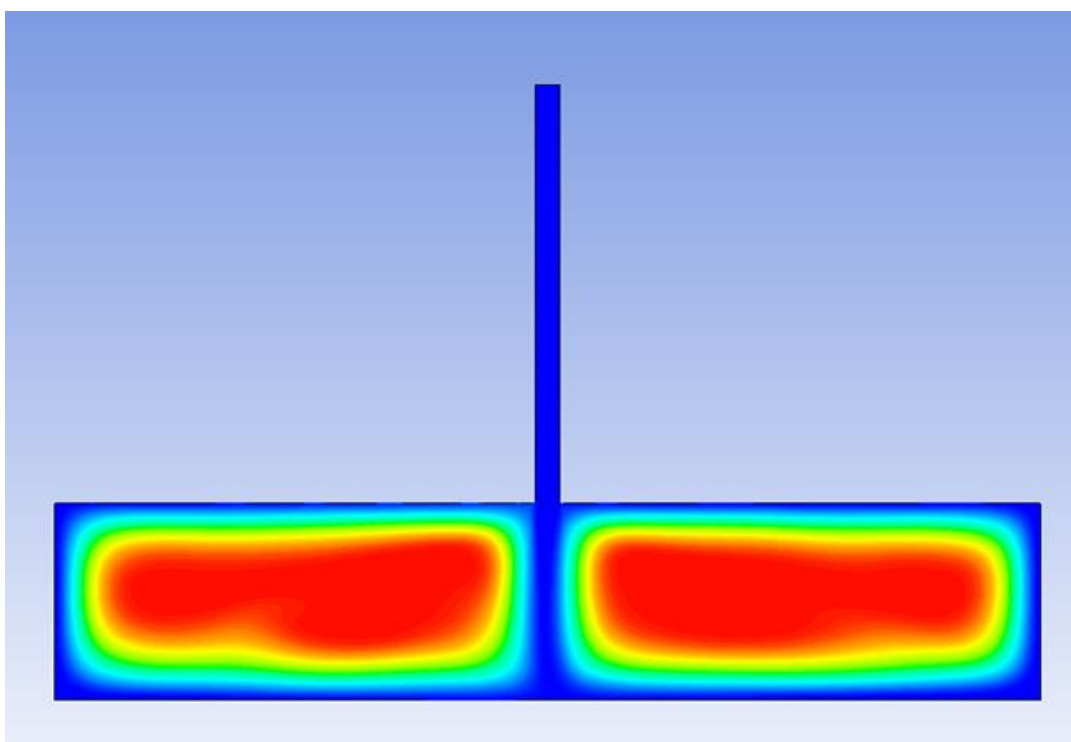
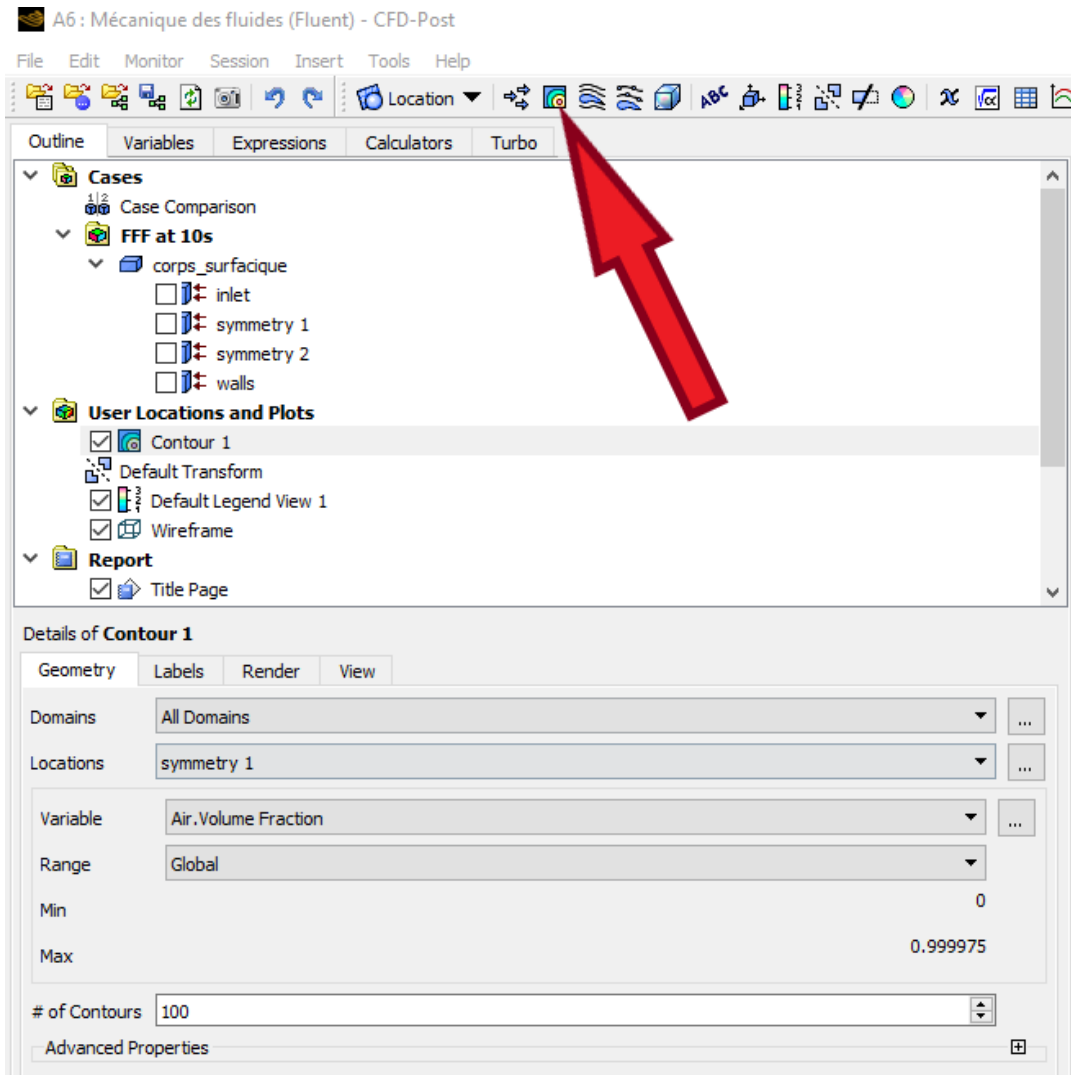
Cette opération va prendre un certain temps (entre 40 et 80 min en fonction de votre pc) si on veut simuler les 2000 pas de temps. Cependant, on peut quand même vérifier que la configuration est correcte en calculant les 400 premières itérations (10 à 15min), puis en vérifiant que l'on obtient bien le résultat suivant sur le contour généré à l'étape 4.13).



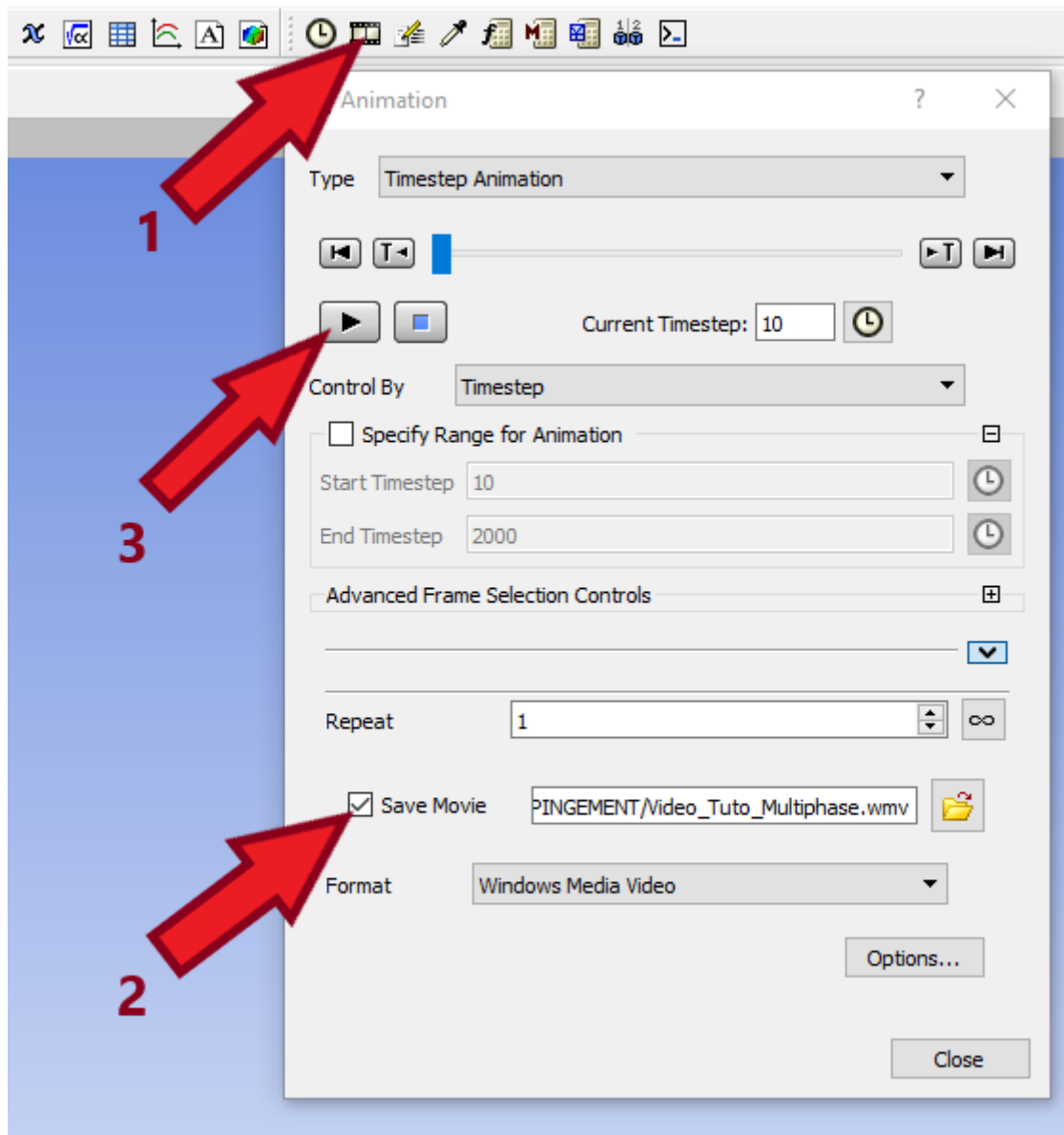
On pourra passer à la création de l'animation avec uniquement les 400 premières itérations, si on manque de temps pour en simuler 2000.

5 Résultats

5.1) Créer un *Contour* de *Air.Volume Fraction* sur *symmetry 1* en utilisant 100 contours.



5.2) Ouvrir *Animation* dans la barre d'outils (1). Cliquer sur *Save Movie* (2) et définir le chemin d'enregistrement. Ramener le curseur des pas de temps au premier enregistrement (*Current Timestep* = 10). Lancer l'animation (3)



5.3) L'animation de la solution doit être enregistrée dans le dossier choisi.