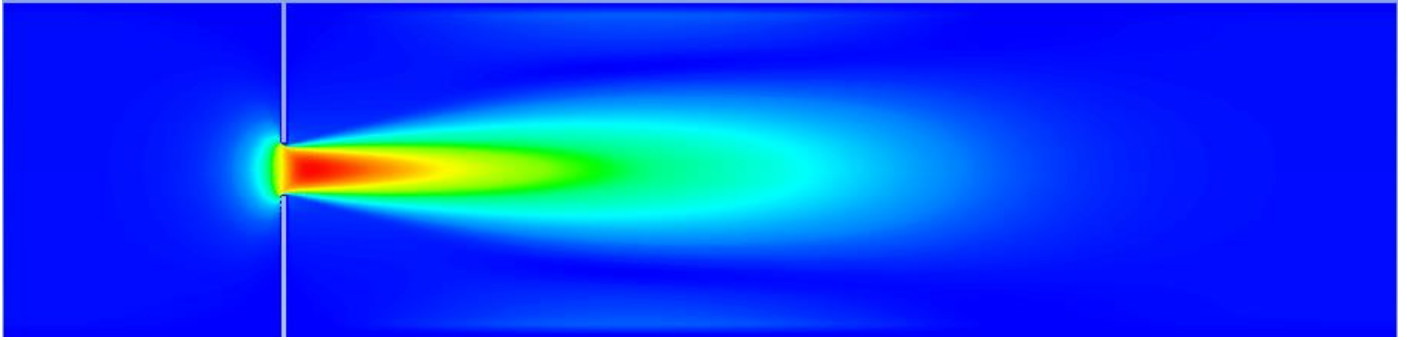


Tutoriel ANSYS Fluent : Écoulement dans un diaphragme.



Louis Bourgoïn

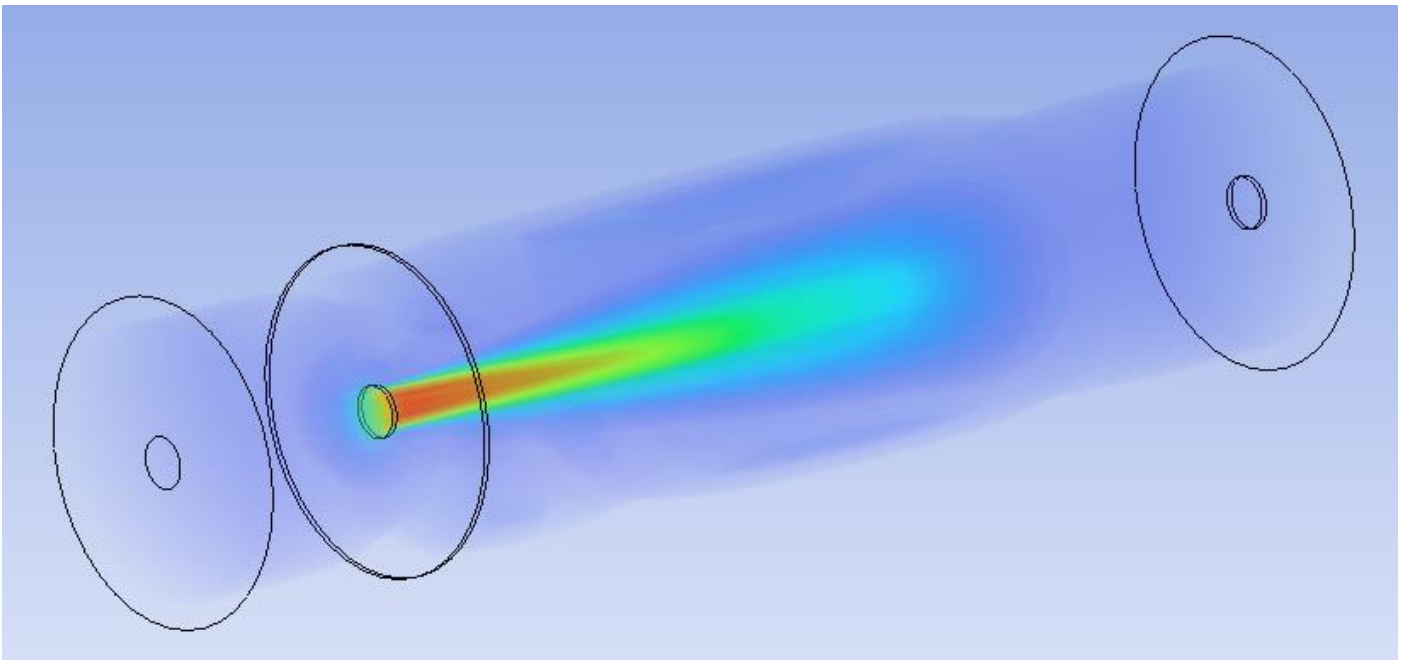
Table des matières

1	Introduction	3
2	Géométrie	4
3	Maillage	16
4	Résolution	23
5	Résultats.....	35
5.1	Post-traitement avec CFD-Post	35
5.2	Étude paramétrique et post-traitement avec Excel.	40

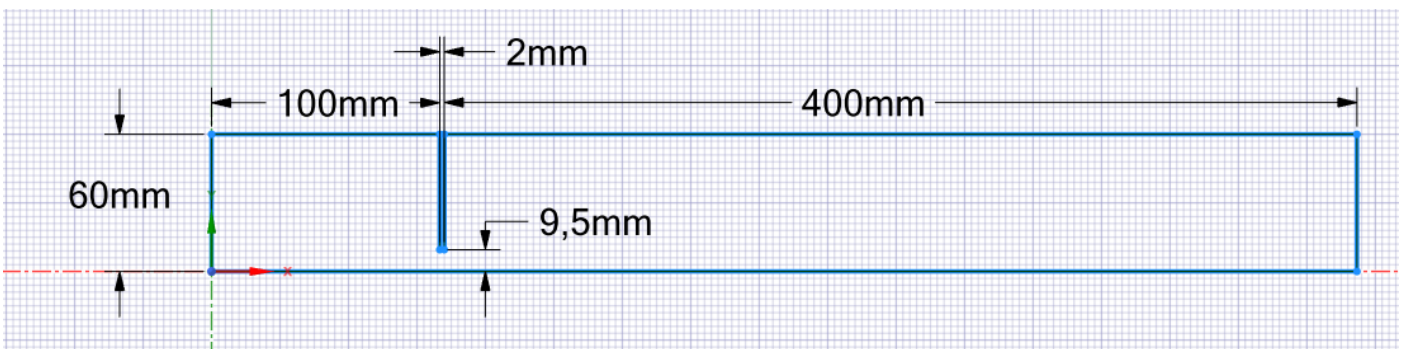
1 Introduction

Dans ce tutoriel, nous allons simuler le passage d'un écoulement dans un diaphragme. On s'intéressera à l'augmentation de la vitesse au niveau de l'obstacle, ainsi qu'aux pertes de charges provoquées par ce dernier.

On pourrait choisir de représenter ce problème en 3 dimensions, mais cette approche est chronophage si on désire une solution précise, comme l'illustre cette représentation 3D de la solution, présentant des imperfections significatives même après plus d'une heure de calculs (ces imperfections sont également liées au maillage, mais nous sommes limités sur ce point par les 500 000 éléments maximum de la licence étudiante).

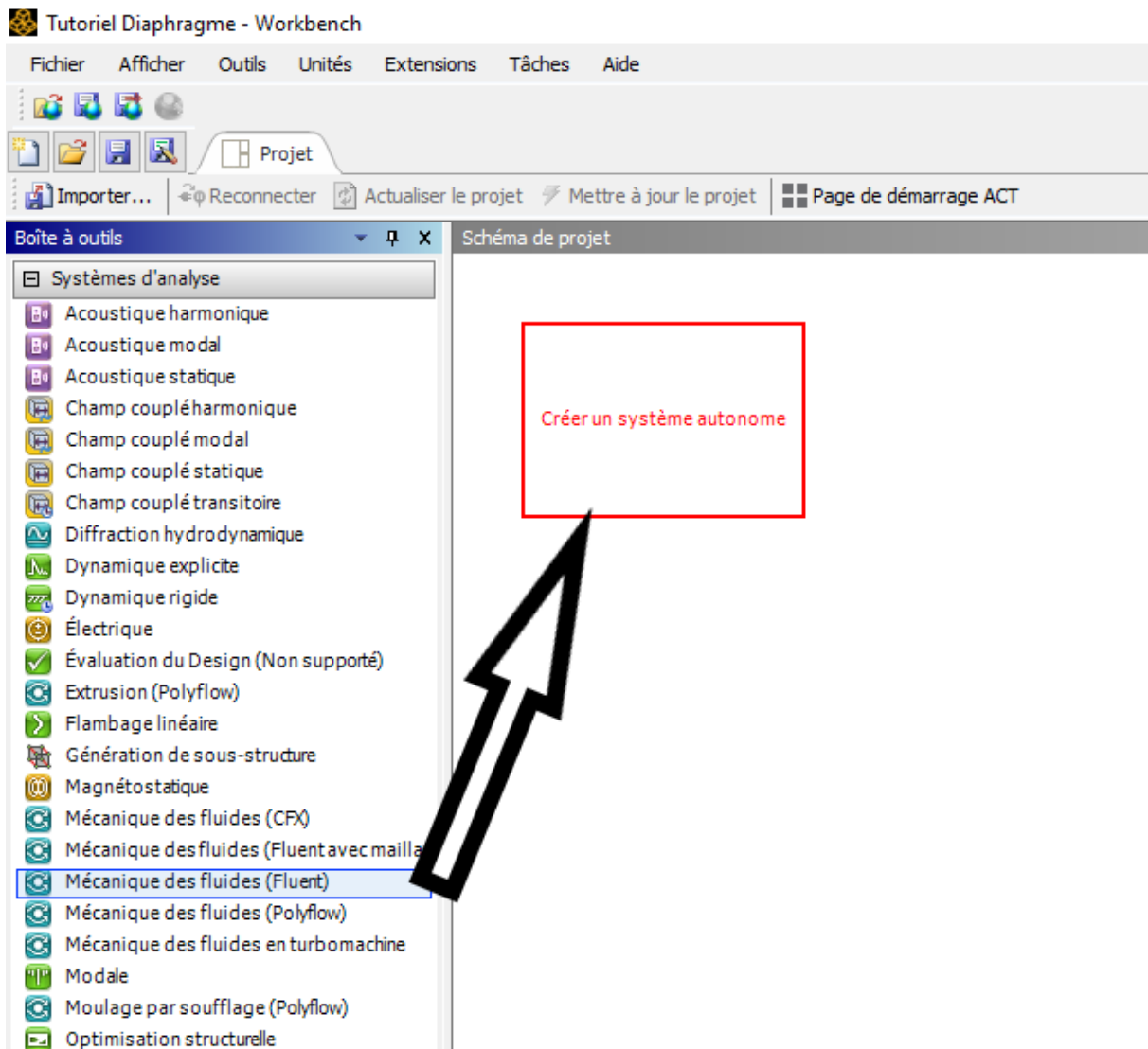


Étant donné que le problème est axisymétrique, on se réalisera l'étude en 2 dimensions, sur une demi-section longitudinale du tuyau. On pourra ainsi réduire les temps de calculs et obtenir plus aisément une solution précise. Les dimensions du domaine d'étude sont les suivantes.

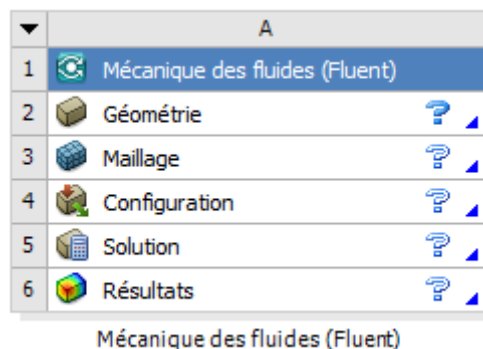


2 Géométrie

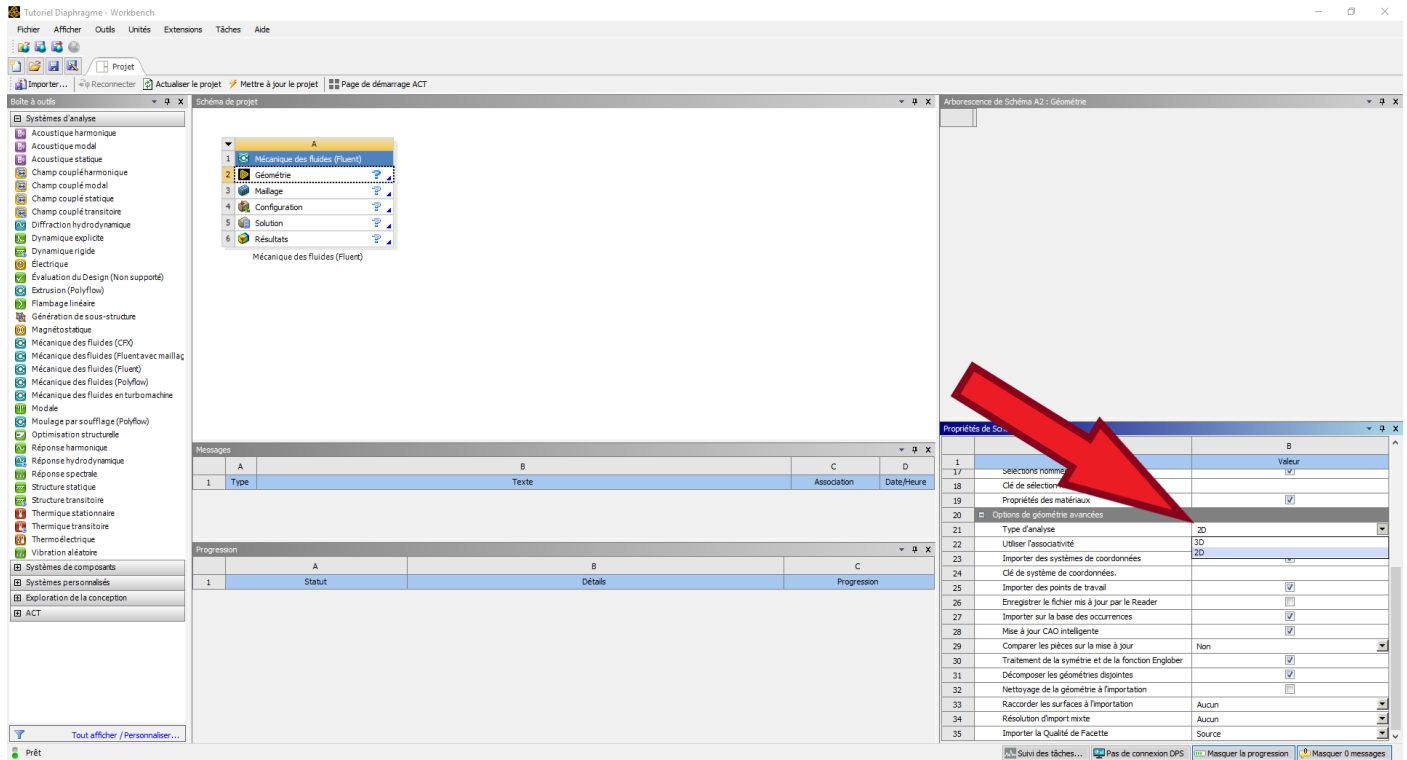
2.1) Sélectionner *Mécanique des fluides (Fluent)* et glisser-déposer dans le *Schéma de projet*.



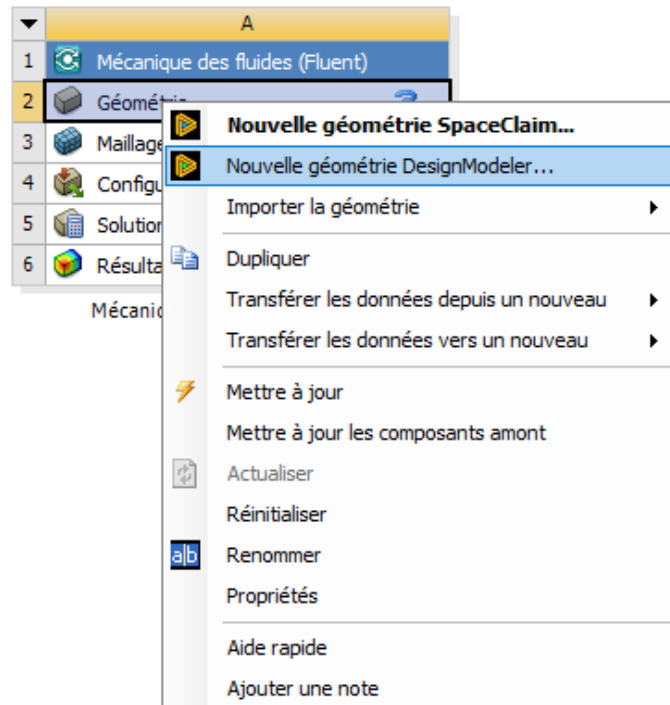
Le *Schéma de projet* suivant doit apparaître. Enregistrer le projet, sans utiliser d'accents dans aucun des dossiers menant au fichier.



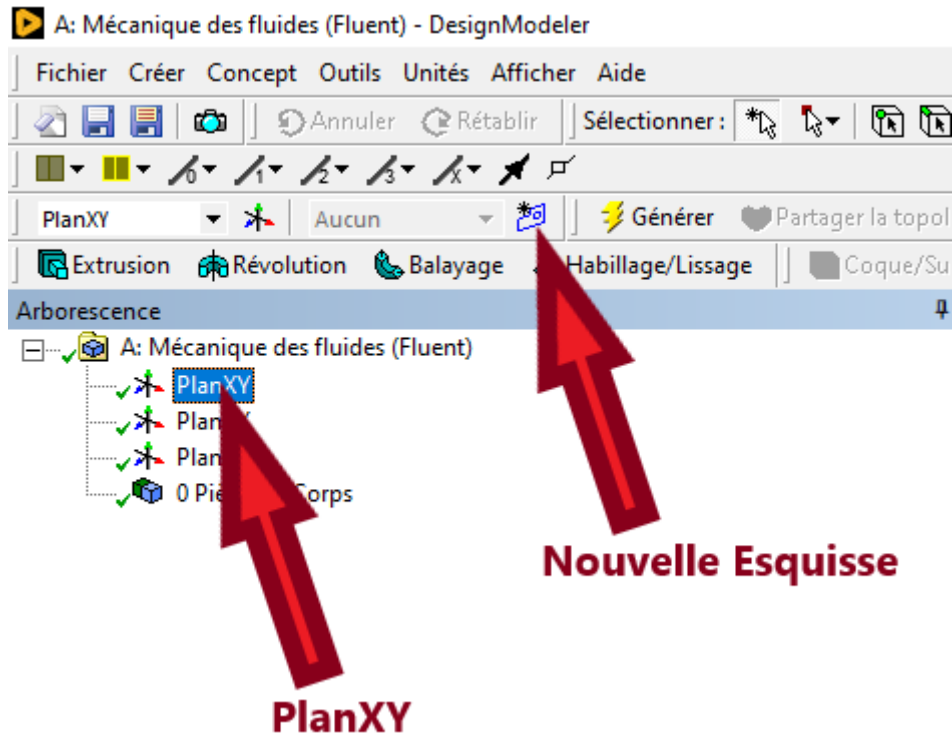
2.2) Clic gauche sur *Géométrie*, puis changer le *Type d'analyse* en *2D* dans les *Propriétés du schéma*.



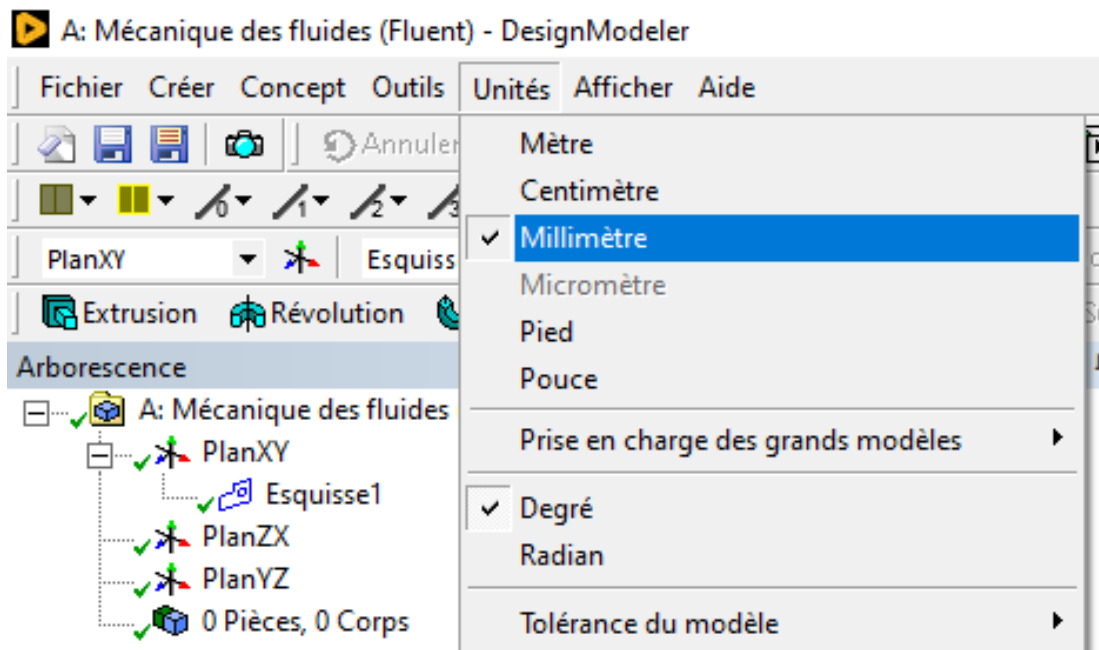
2.3) Clic droit sur *Géométrie*, sélectionner *Nouvelle géométrie avec DesignModeler*.



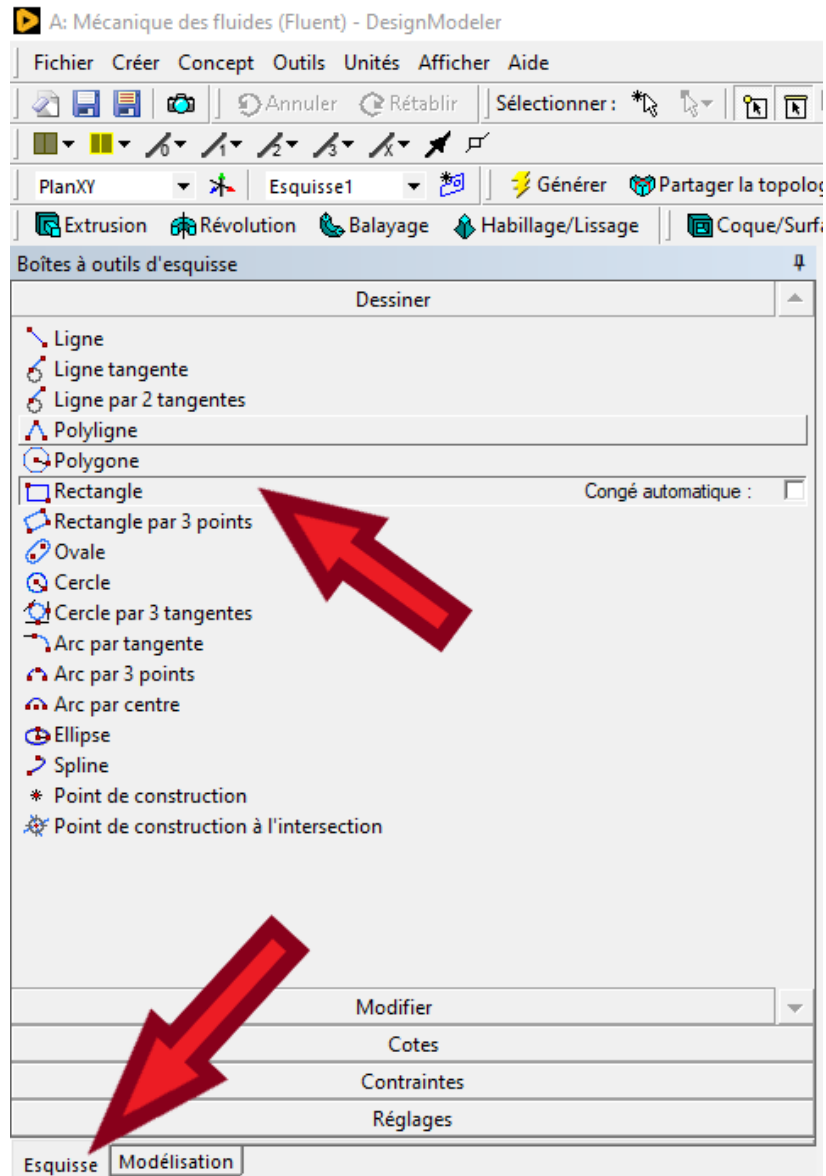
2.4) Sélectionner le *Plan XY*, puis créer une *Nouvelle Esquisse*.



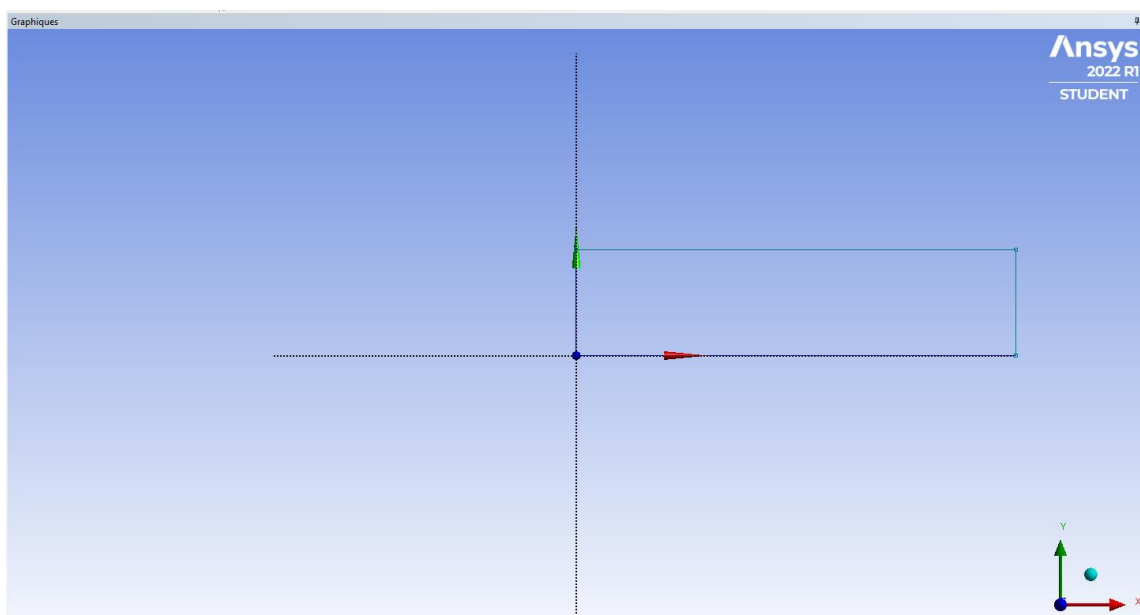
2.5) Changer le type d'unités en millimètres.



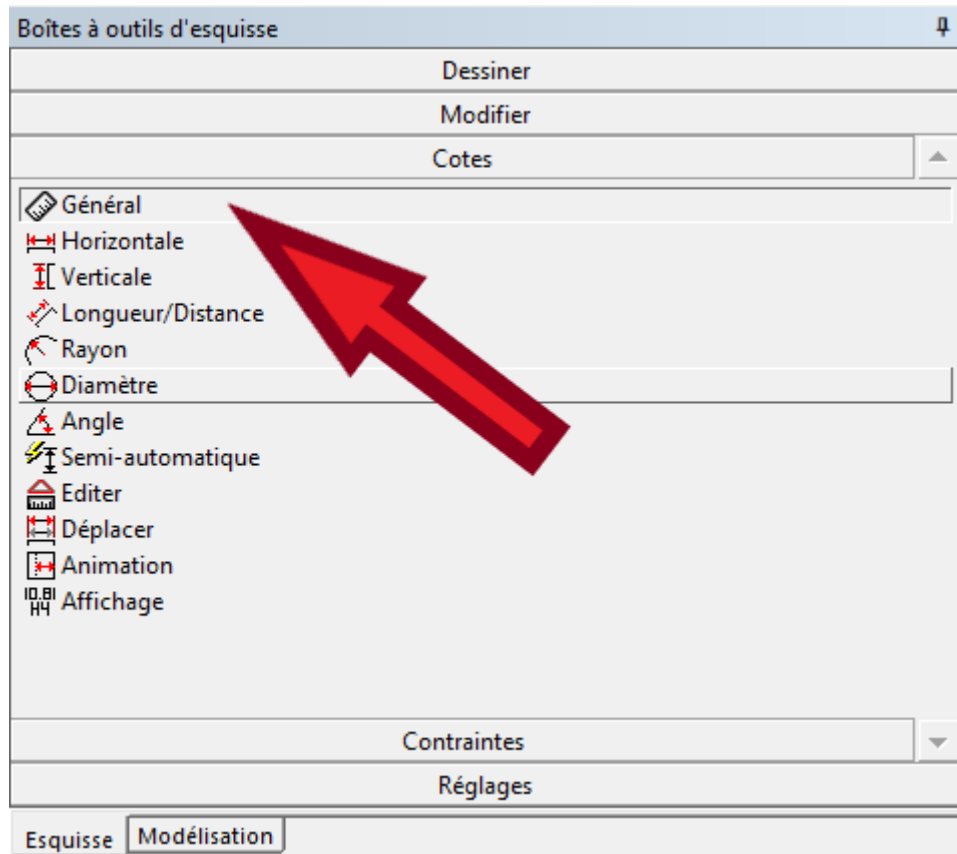
2.6) Accéder à la *Boîte à outils d'esquisse* en cliquant sur *Esquisse* en dessous de l'arborescence, puis sélectionner *Rectangle*.



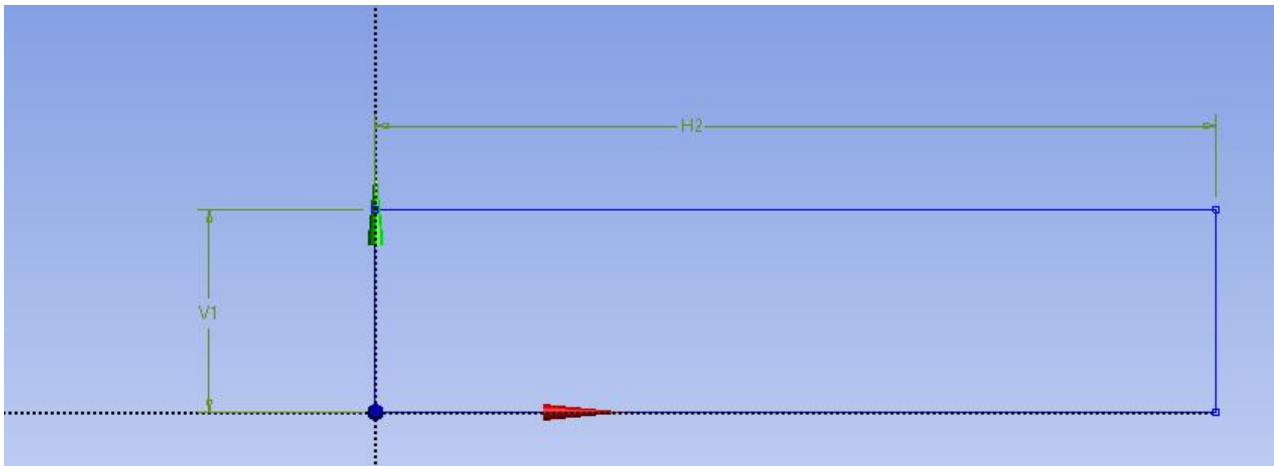
2.7) Tracer un rectangle sur le *Plan XY* en partant de l'origine.



2.8) Accéder à l'onglet *Cotes*, puis sélectionner *Général*.



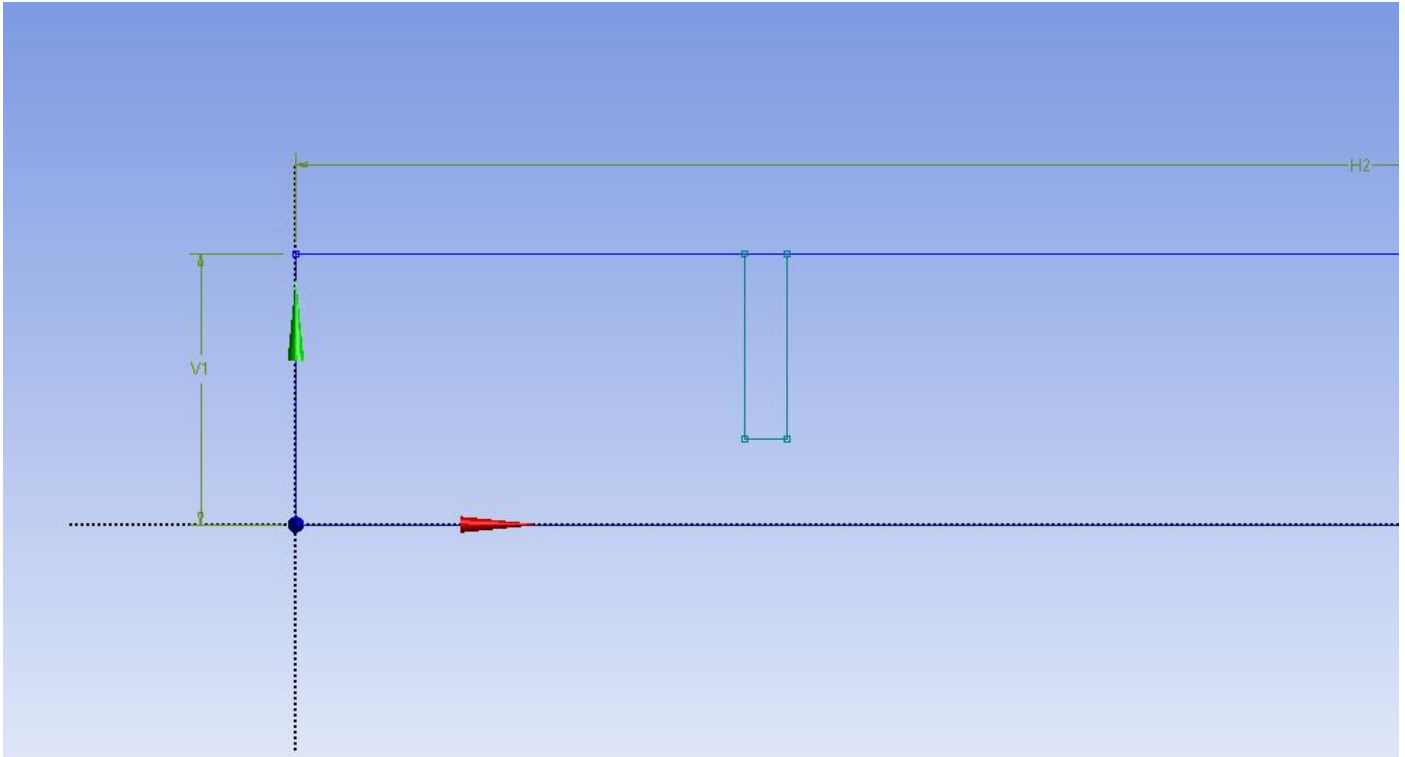
2.9) Cliquer sur les arêtes du rectangle pour affecter des cotes.



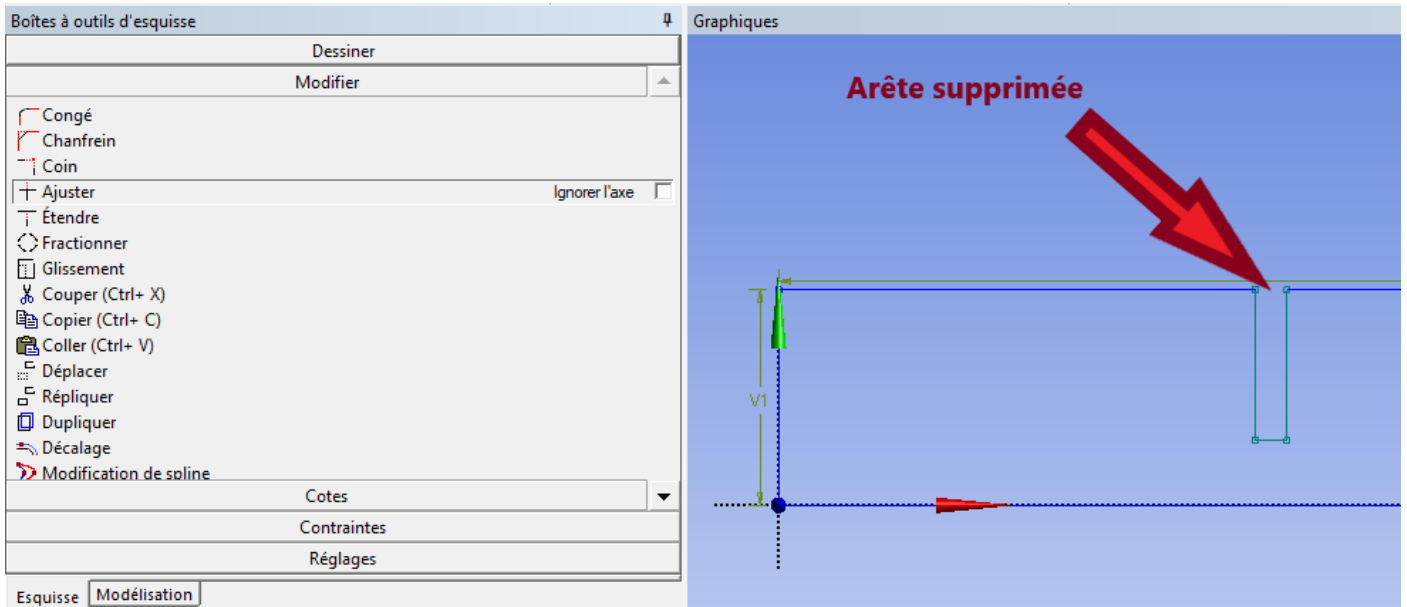
2.10) Modifier les cotes dans la *Vue de détails*.

Vue de détails	
[-] Détails de Esquisse1	
Esquisse	Esquisse1
Visibilité d'e...	Afficher l'esquisse
Afficher les ...	Non
[-] Cotes: 2	
<input type="checkbox"/> H2	502 mm
<input type="checkbox"/> V1	60 mm

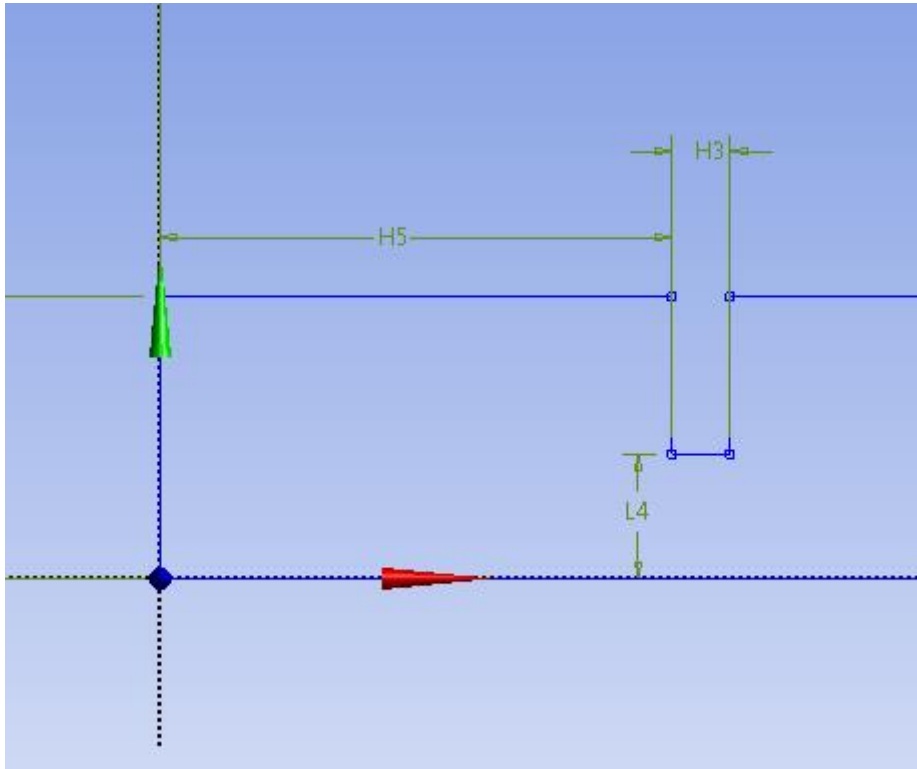
2.11) Tracer un second rectangle à partir de l'arête supérieure du premier.



2.12) Dans la *Boîte à outils d'esquisse* accéder à l'onglet *Modifier*, sélectionner *Ajuster* et cliquer sur l'arête supérieure du second rectangle pour la supprimer.



2.13) Affecter 3 cotes supplémentaires



2.14) Modifier les cotes dans la *Vue de détails*.

Vue de détails	
Détails de Esquisse1	
Esquisse	Esquisse1
Visibilité d'e...	Afficher l'esquisse
Afficher les ...	Non
Cotes: 5	
<input type="checkbox"/> H2	502 mm
<input checked="" type="checkbox"/> H3	2 mm
<input type="checkbox"/> H5	100 mm
<input type="checkbox"/> L4	9,5 mm
<input type="checkbox"/> V1	60 mm

2.15) Cocher la case à gauche de $L4$. Renommer le paramètre dans la fenêtre qui apparaît.

Vue de détails	
Détails de Esquisse1	
Esquisse	Esquisse1
Visibilité d'e...	Afficher l'esquisse
Afficher les ...	Non
Cotes: 5	
<input type="checkbox"/> H2	502 mm
<input type="checkbox"/> H3	2 mm
<input type="checkbox"/> H5	100 mm
<input checked="" type="checkbox"/> L4	9,5 mm
<input type="checkbox"/> V1	60 mm

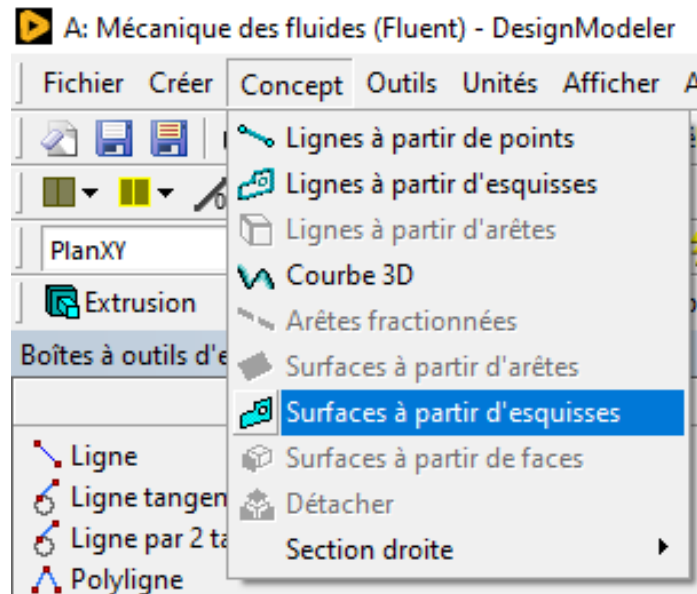
A: Mécanique des fluides (Fluent) - DesignM... X

Créez un nouveau paramètre de conception pour référencer les cotes PlanXY.L4?

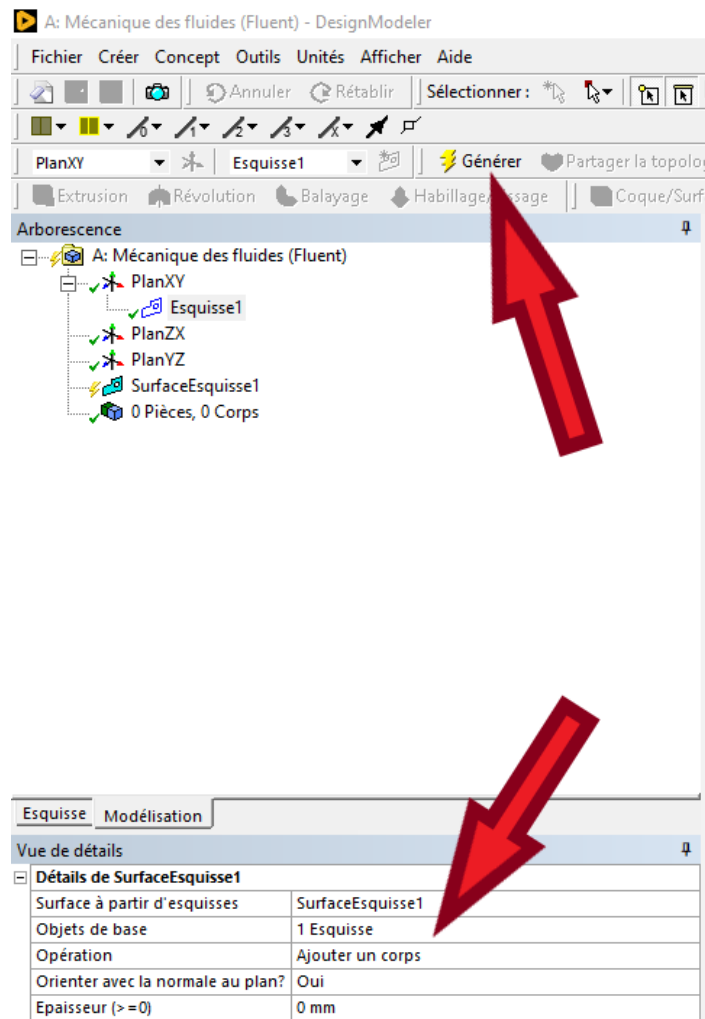
Nom du paramètre:

OK Cancel

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



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



2.18) 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**

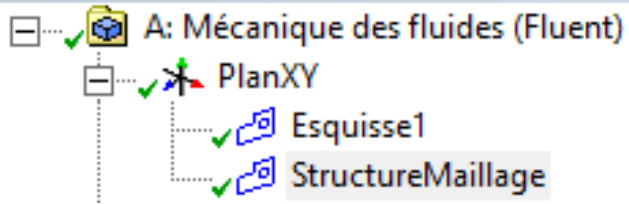
Esquisse **Modélisation**

Vue de détails

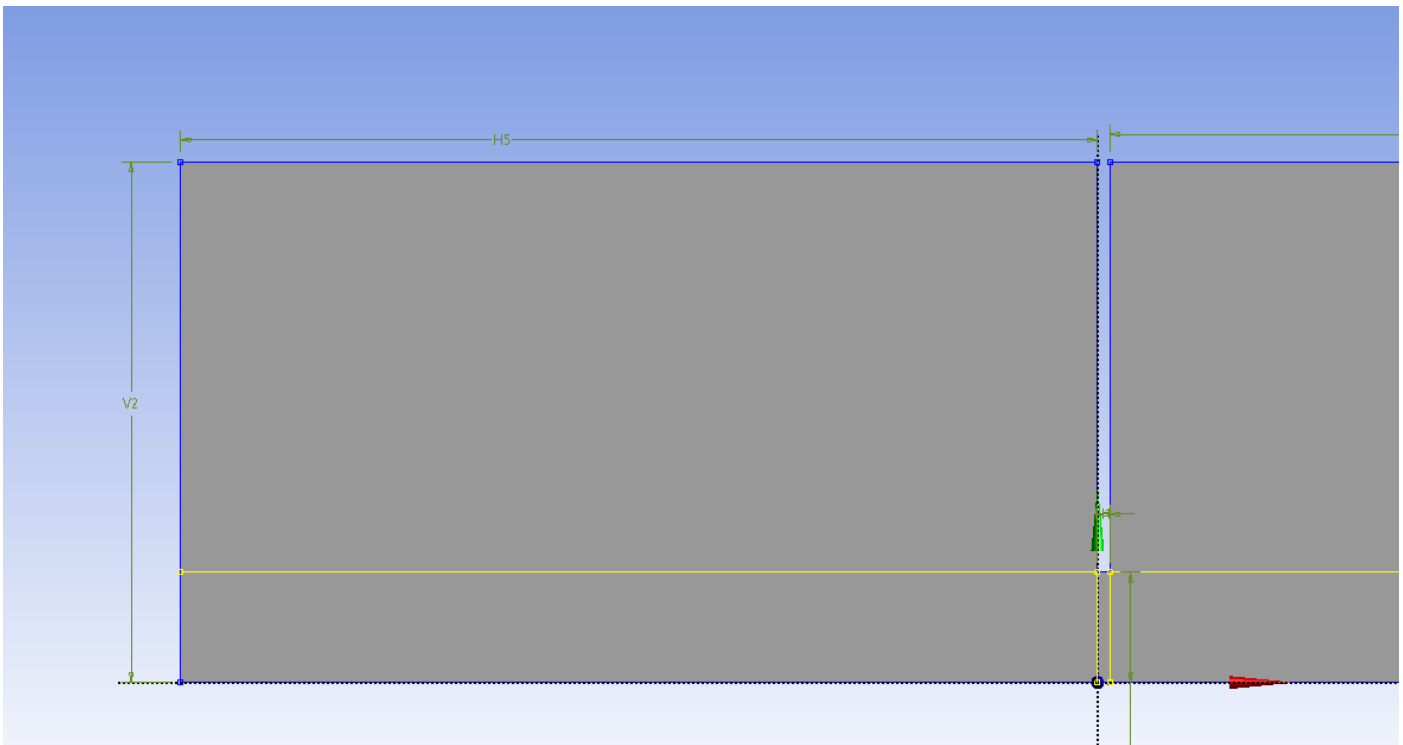
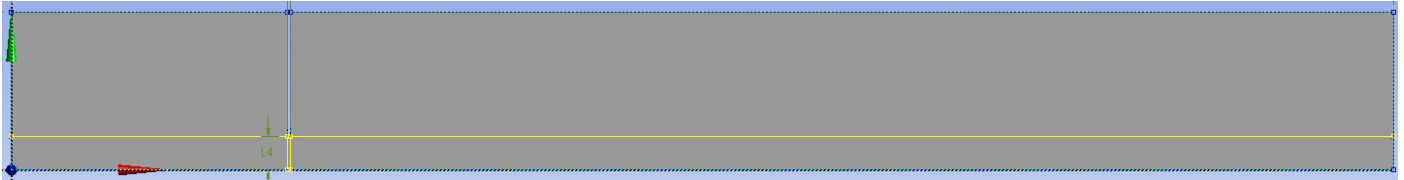
Détails de Corps surfacique

Corps	Corps surfacique
Mode d'épaisseur	Hérité
Epaisseur (>=0)	0 mm
Aire	63786 mm ²
Faces	1
Arêtes	8
Sommets	8
Fluide/Solide	Fluide
Méthode de topologie partagée	Automatique
Type de géométrie	DesignModeler

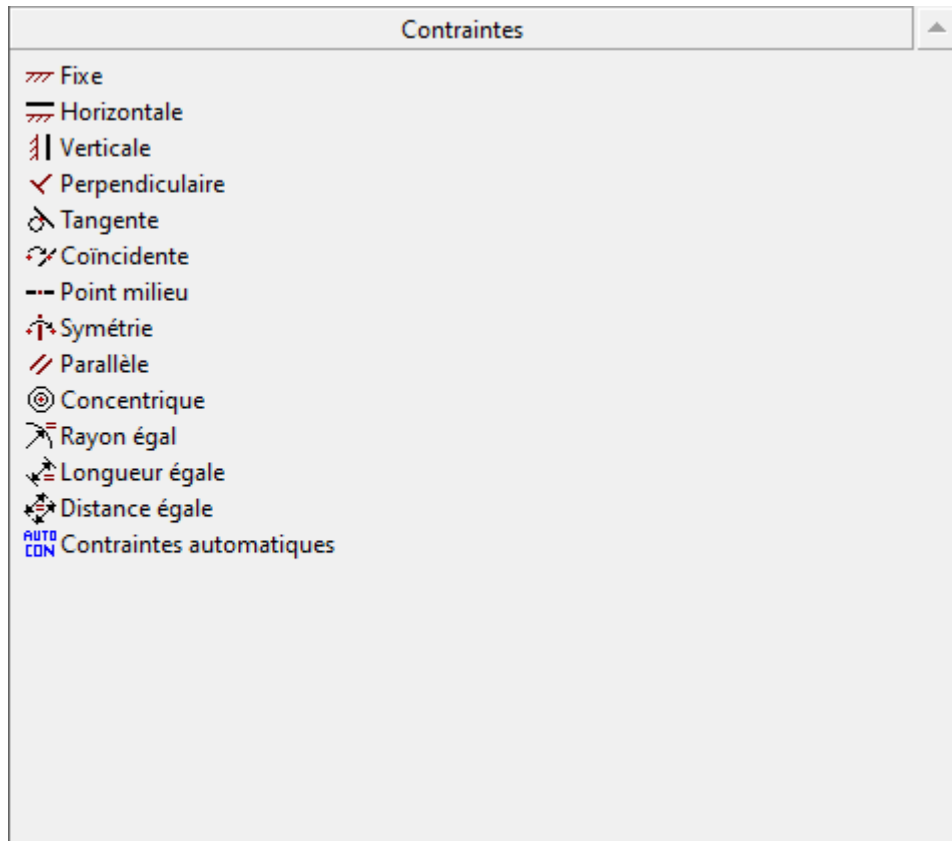
2.19) Créer une seconde esquisse dans le *Plan XY* et la renommer « StructureMaillage ».



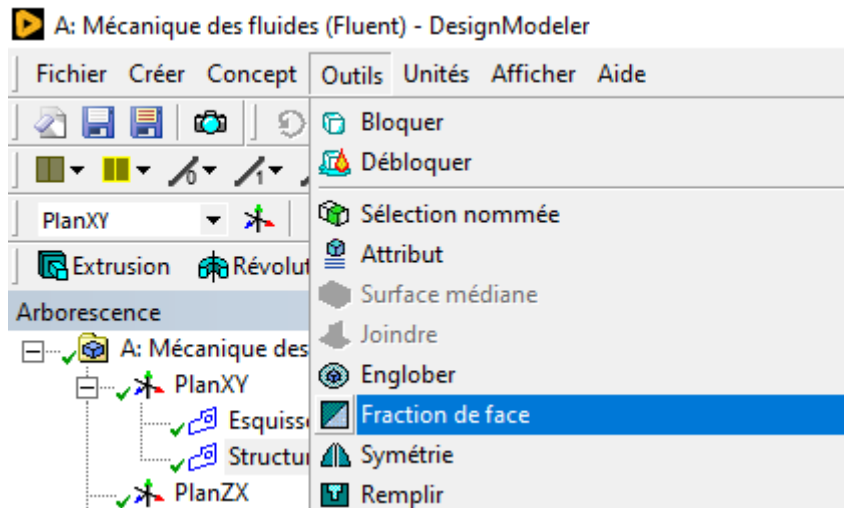
2.20) Dans cette esquisse, tracer les 4 lignes en jaune ci-dessous, en veillant à leur coïncidence avec les arêtes de l'*Esquisse1*.



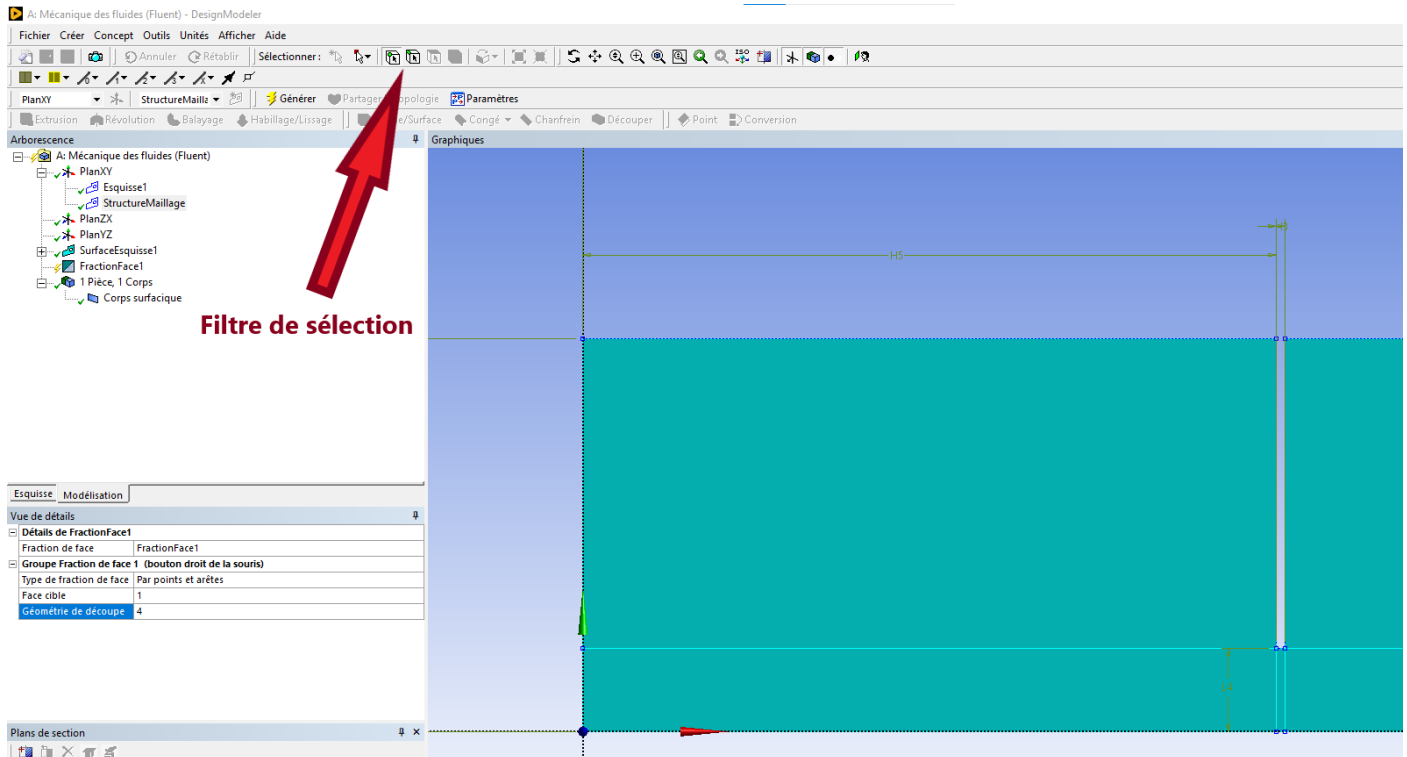
Si on veut créer une contrainte de coïncidence après coup, ou s'assurer que les lignes sont bien horizontales et verticales, on pourra utiliser l'onglet *Contraintes* de la *Boîte à outils d'esquisse*.



2.21) Cliquer sur *Outils*, puis *Fraction de face*.



2.22) En utilisant le *Filtre de sélection*, désigner la surface entière comme *Face cible*, et les 4 arêtes de l'esquisse *StructureMaillage* comme *Géométrie de découpe*. Cliquer sur *Générer*.

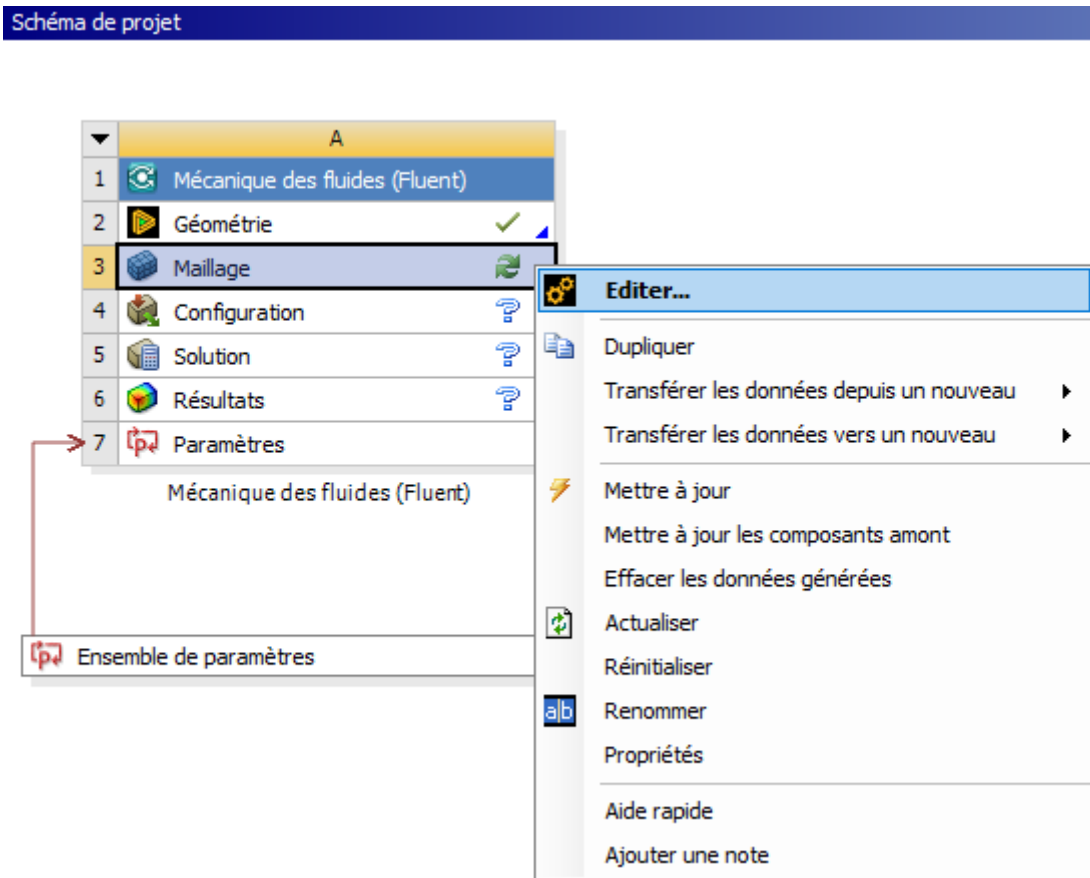


2.23) Vérifier que le corps surfacique possède bien les propriétés ci-dessous, puis fermer *DesignModeler* (ne pas oublier de sauvegarder le projet).

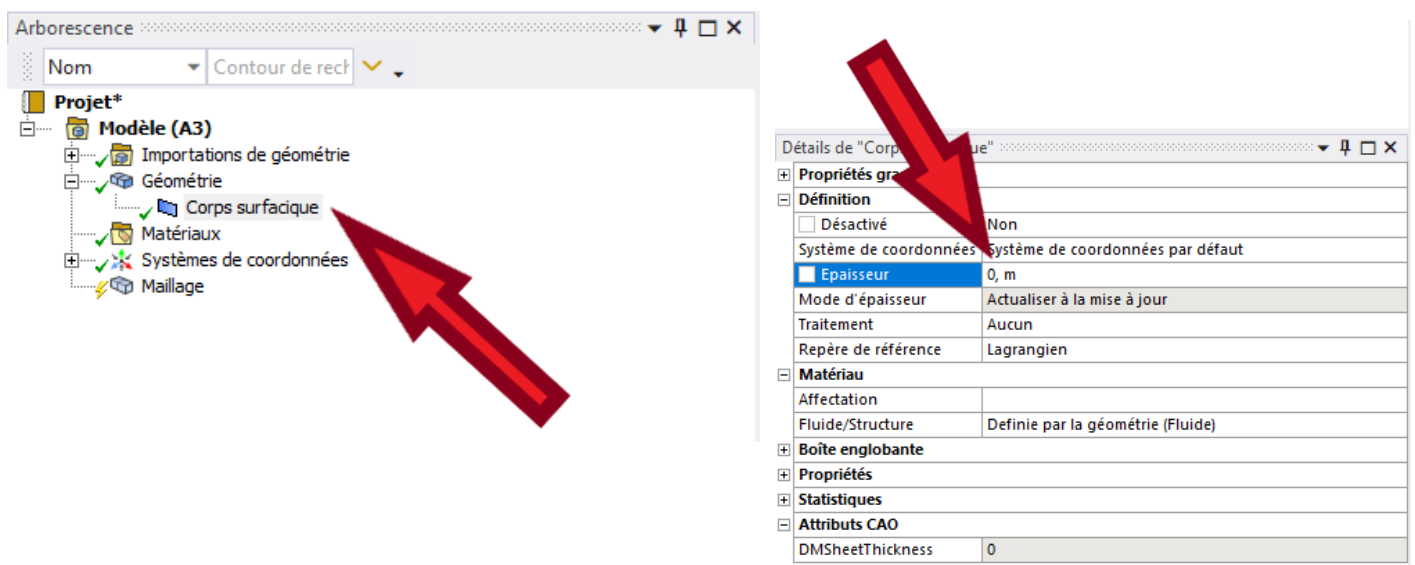
Vue de détails	
Détails de Corps surfacique	
Corps	Corps surfacique
Mode d'épaisseur	Hérité
Epaisseur (>=0)	0 mm
Aire	30019 mm ²
Faces	5
Arêtes	16
Sommets	12
Fluide/Solide	Fluide
Méthode de topologie partagée	Automatique
Type de géométrie	DesignModeler

3 Maillage

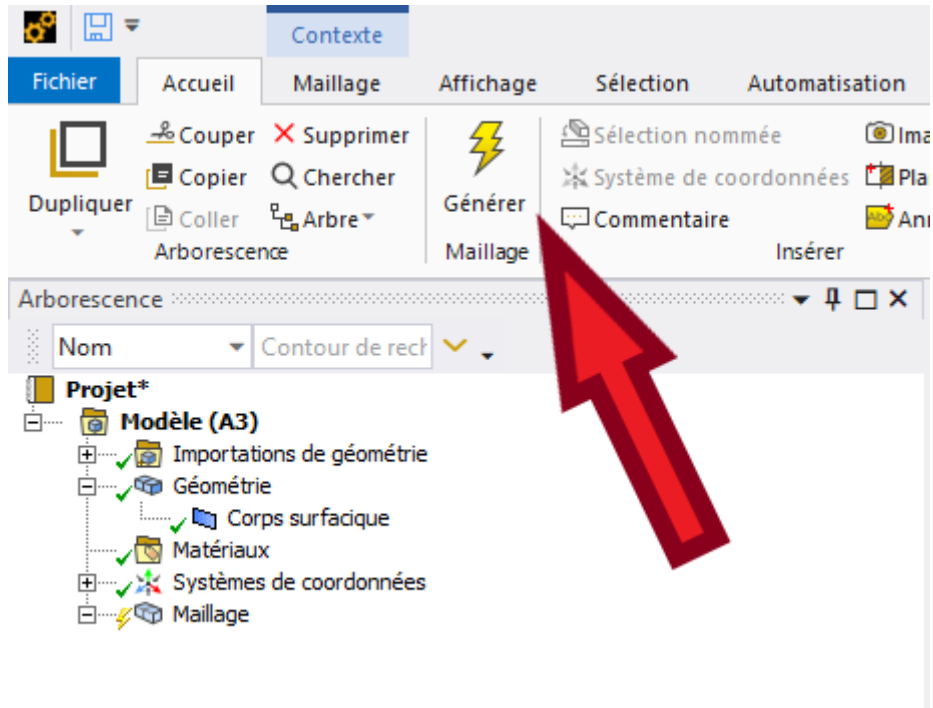
3.1) Dans le *Schéma de projet*, double cliquer sur *Maillage*, ou faire clic-droit → Éditer.



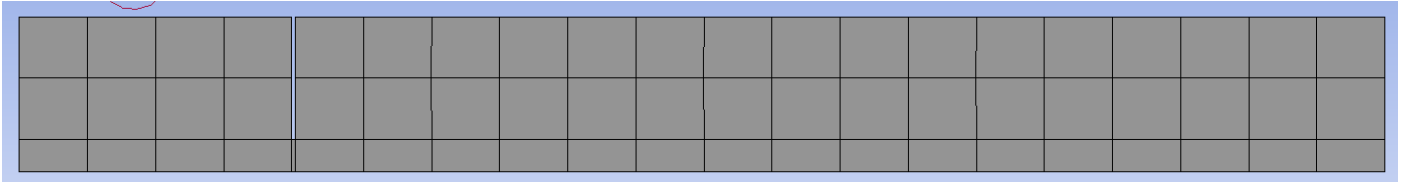
3.2) Sélectionner le *Corps Surfaccique* dans l'arborescence et fixer l'épaisseur à 0.



3.3) Cliquer sur *Générer*.

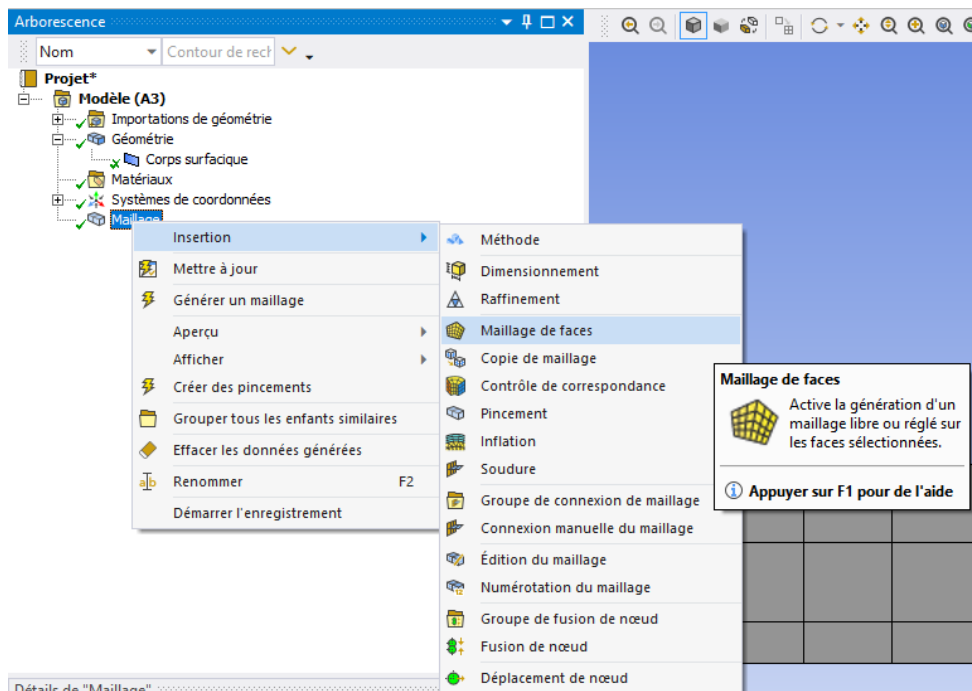


3.4) On obtient ce résultat :

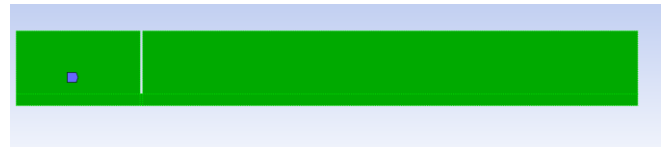
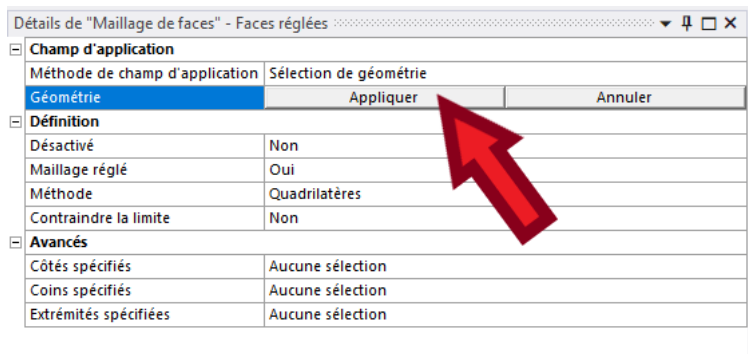


Le maillage initial est trop grossier. On va donc devoir lui donner une structure et raffiner ses dimensions.

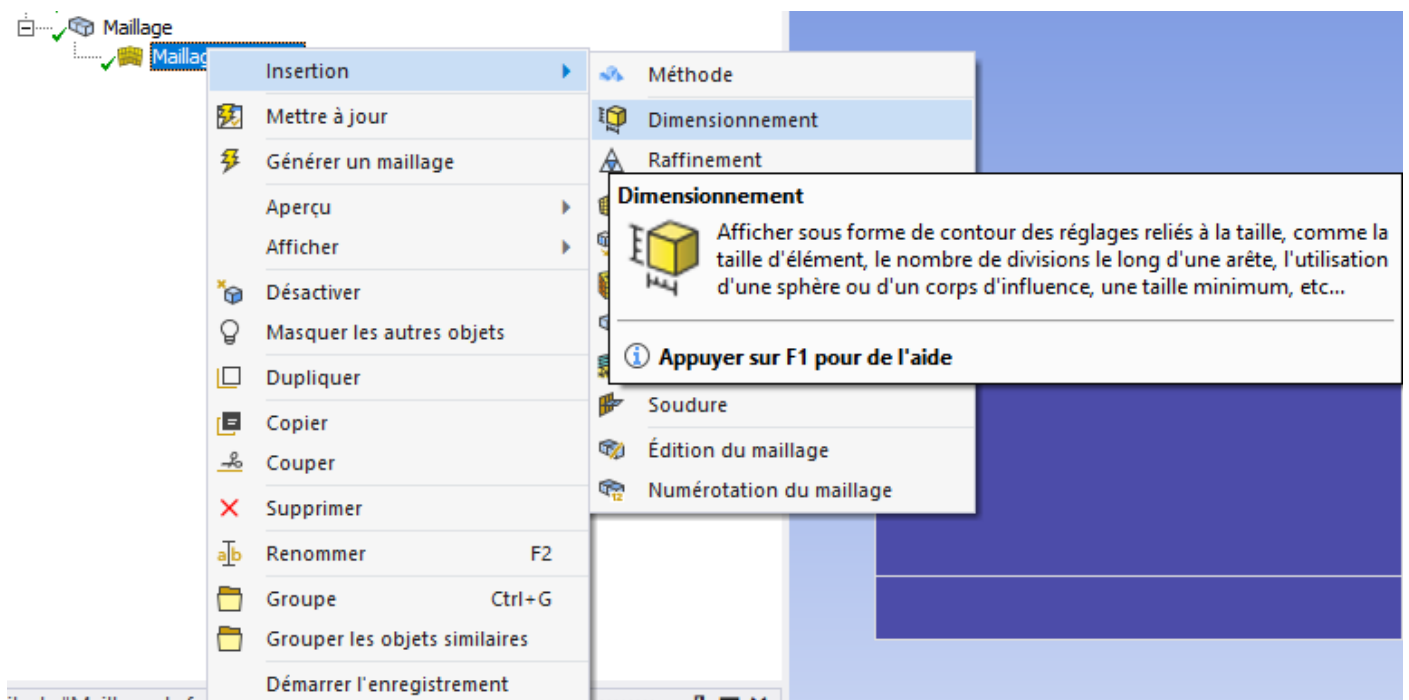
3.5) Pour appliquer un maillage structuré, clic droit sur *Maillage*, sélectionner *Insertion*, puis *Maillage des faces*.



3.6) Sélectionner l'ensemble des 5 faces 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 les 4 arêtes verticales des faces inférieures.

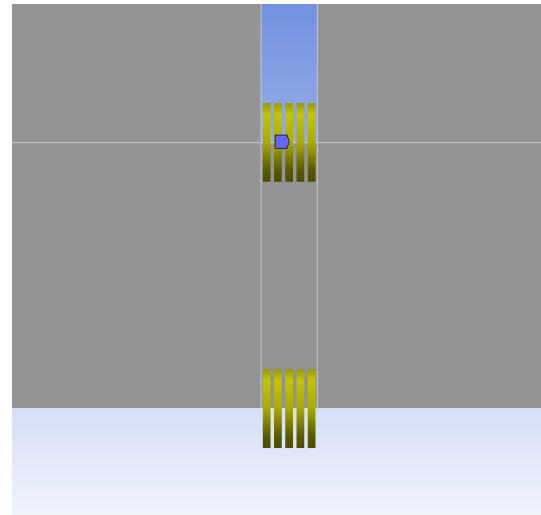


3.9) Définir le type de dimensionnement comme *Nombre de division*, avec 30 divisions. Régler le comportement sur *Imposé*.

Détails de "Dimensionnement de l'arête" - Dimensionnement	
Champ d'application	
Méthode de champ d'application	Sélection de géométrie
Géométrie	4 Arêtes
Définition	
Désactivé	Non
Type	Nombre de divisions
<input type="checkbox"/> Nombre de divisions	30
Avancés	
Comportement	Imposé
Capturer la courbure	Non
Capturer la proximité	Non
Division non uniforme	Désactivé

3.10) Avec la même méthode, imposer 5 divisions au col du diaphragme

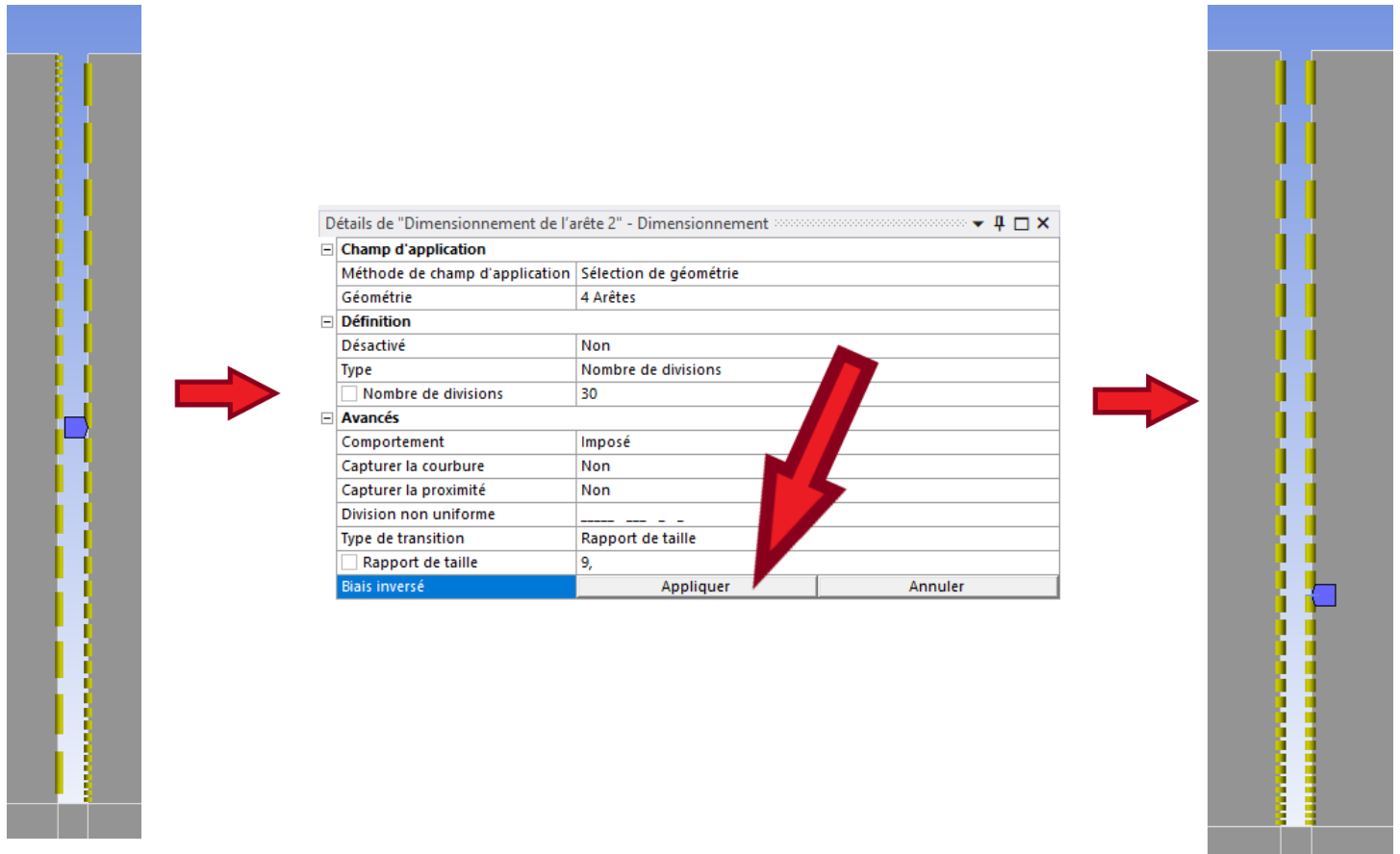
Champ d'application	
Méthode de champ d'application	Sélection de géométrie
Géométrie	2 Arêtes
Définition	
Désactivé	Non
Type	Nombre de divisions
<input type="checkbox"/> Nombre de divisions	5
Avancés	
Comportement	Imposé
Division non uniforme	Désactivé



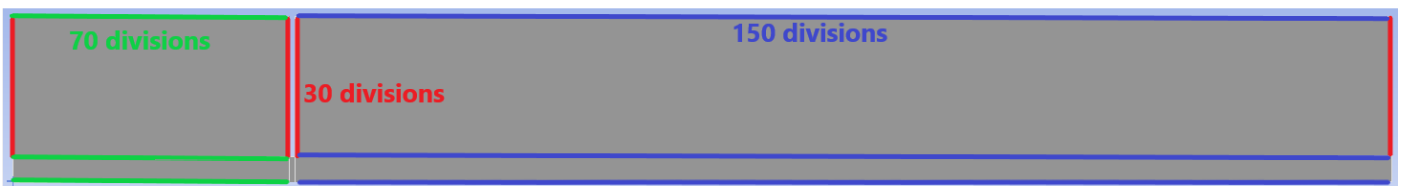
3.10) Pour les arêtes restantes, on va appliquer une *Division non uniforme* (rapport de taille = 9) afin d'obtenir des divisions plus fines au niveau du diaphragme qu'aux extrémités du domaine.

Avancés	
Comportement	Imposé
Division non uniforme	-----
Type de transition	Rapport de taille
<input type="checkbox"/> Rapport de taille	9,
Biais inversé	Aucune sélection

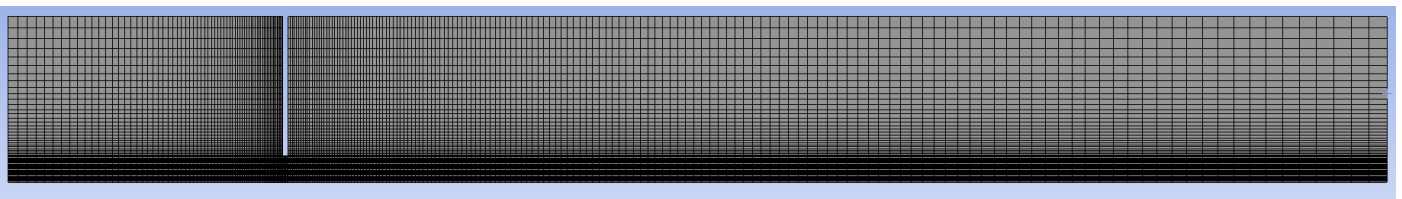
3.11) Attention, dans certains cas on devra utiliser le *Biais inversé* afin que les divisions les plus fines soient bien situées sur le diaphragme.



3.12) Répéter l'opération pour les arêtes en couleur sur le schéma ci-dessous, en imposant 30 divisions aux arêtes **rouges**, 70 divisions aux arêtes **vertes** et 150 aux **violettes**.

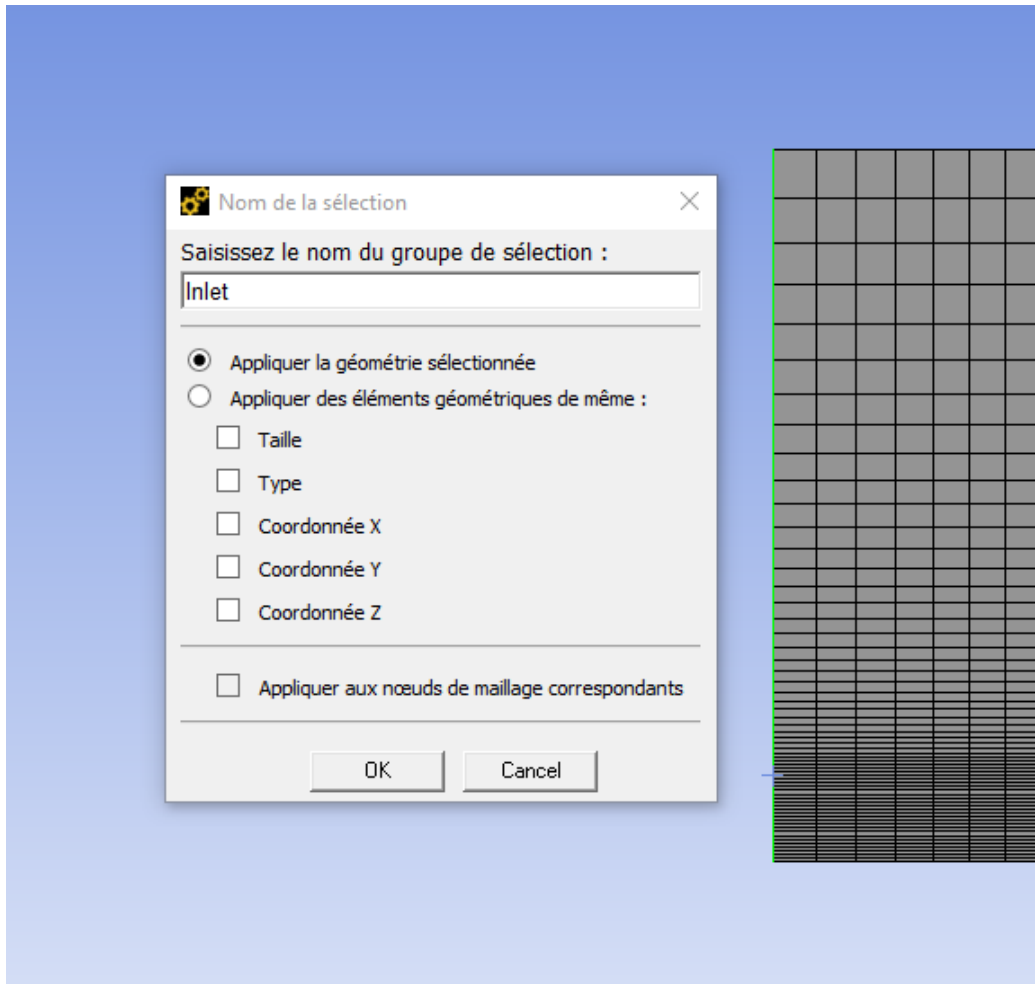


3.13) Après avoir cliqué sur *Générer*, voici le maillage que vous devez obtenir :

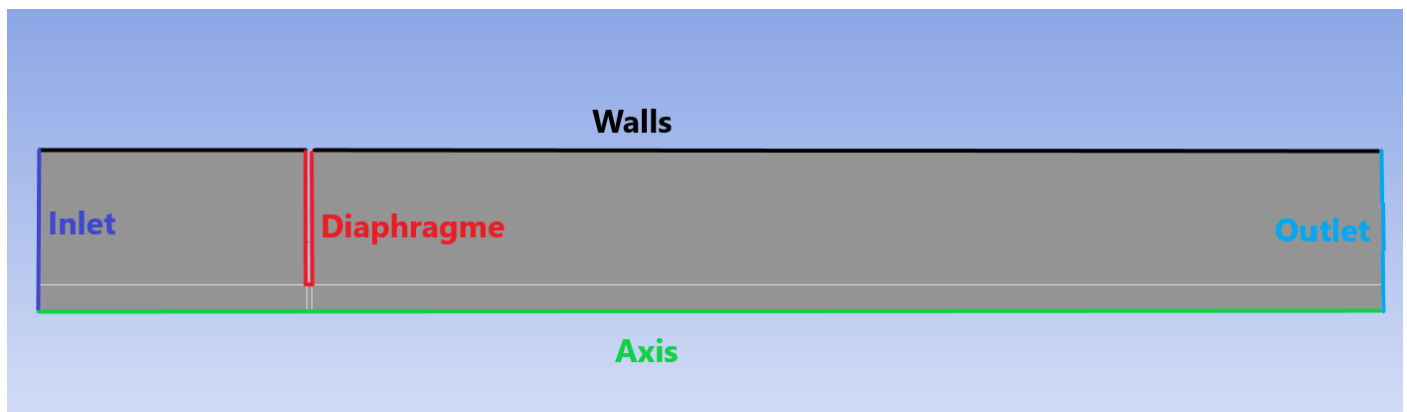


On va maintenant nommer les différentes frontières du maillage. On va utiliser la terminologie de fluent, afin que le logiciel détecte automatiquement le type des conditions limites quand on passera à la résolution.

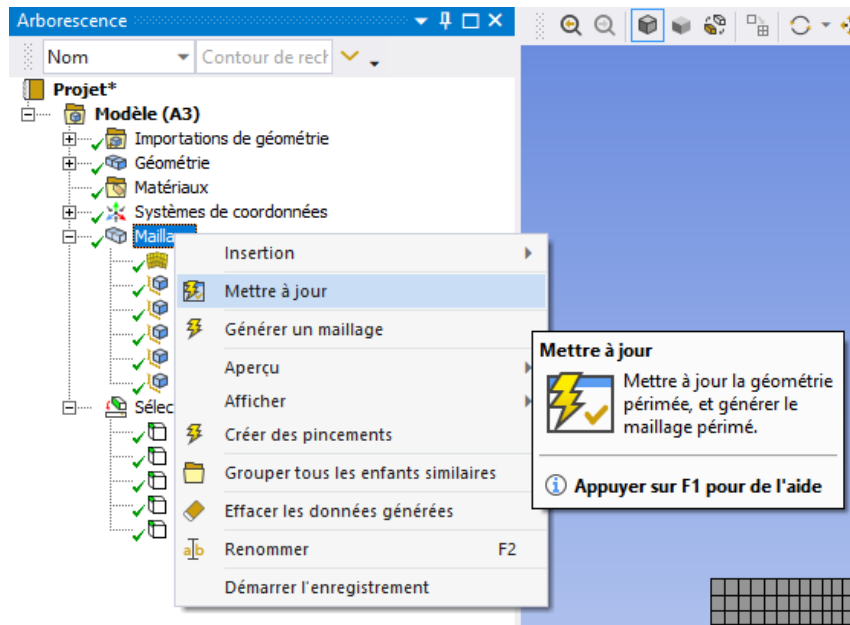
3.14) Sélectionner les deux segments à l'entrée du domaine, puis appuyer sur « N » (On peut aussi faire clic-droit → *Créer une sélection nommée*). Renommer la frontière « Inlet ».



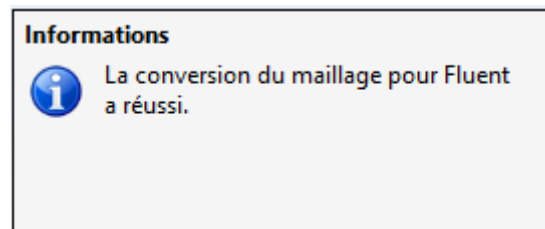
3.15) Répéter l'opération pour les autres frontières en utilisant les noms indiqués sur le schéma ci-dessous (Walls, Outlet, Diaphragme, Axis). Attention à ne pas oublier les petits segments au niveau du col.



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

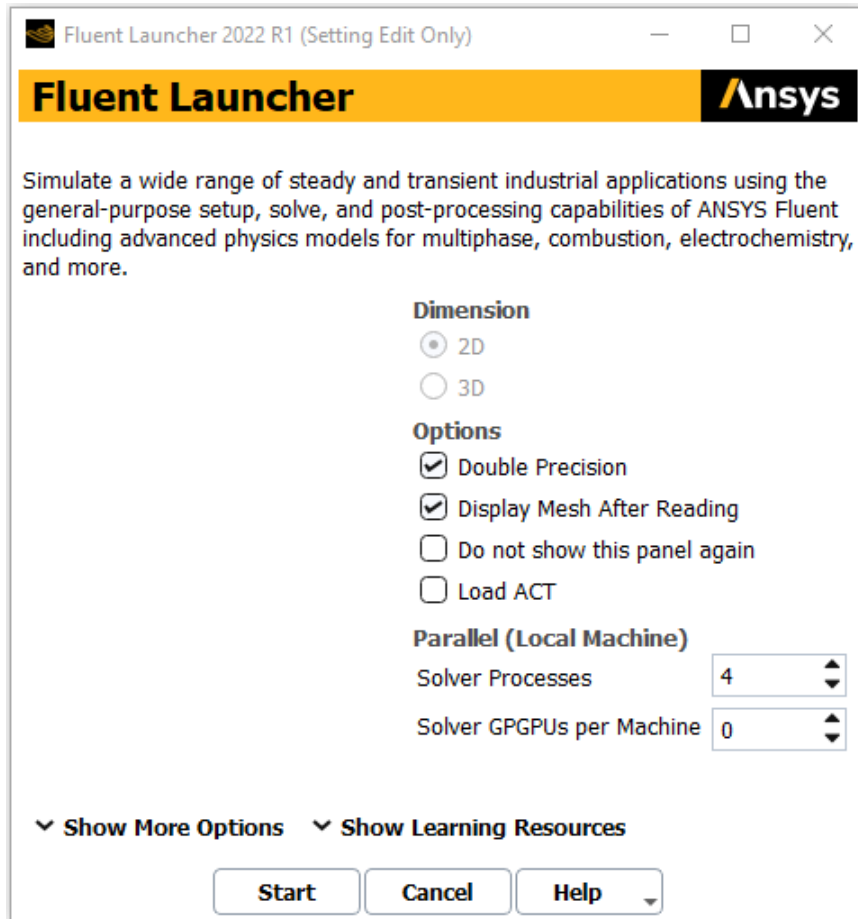


3.17) Un fois la mise à jour terminée ce message apparaît. Fermer l'outil de maillage.

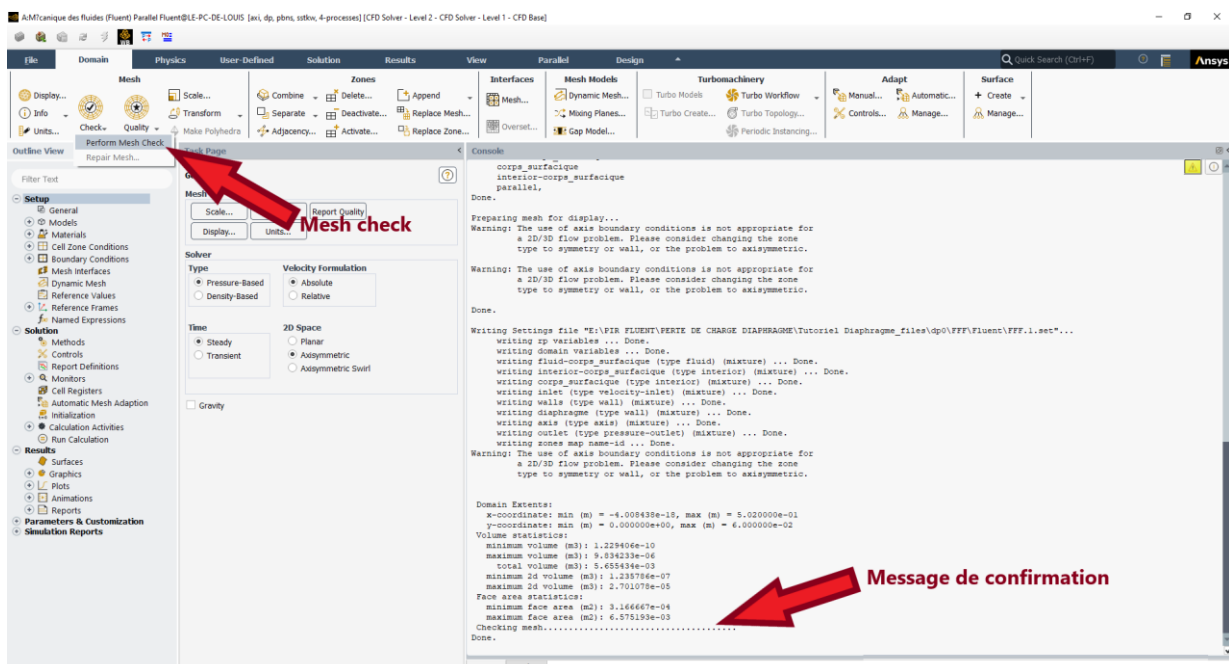


4 Résolution

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) Changer le type d'espace 2D en axisymétrique, 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 de turbulence *K-epsilon Standard*, avec le *Enhanced Wall Treatment*.

Setup

General

Models

- Multiphase (Off)
- Energy (Off)
- Viscous (Standard k-e, Standard Wall Fn)
- Radiation (Off)
- Heat Exchanger (Off)
- Species (Off)
- Discrete Phase (Off)
- Solidification & Melting (Off)
- Acoustics (Off)
- Structure (Off)
- Potential/Li-ion Battery (Off)

Viscous Model

Model

- ☐ Inviscid
- ☐ Laminar
- ☐ Spalart-Allmaras (1 eqn)
- ☒ k-epsilon (2 eqn)
- ☐ k-omega (2 eqn)
- ☐ Transition k-kl-omega (3 eqn)
- ☐ Transition SST (4 eqn)
- ☐ Reynolds Stress (5 eqn)
- ☐ Scale-Adaptive Simulation (SAS)
- ☐ Detached Eddy Simulation (DES)

Model Constants

Cmu: 0.09

C1-Epsilon: 1.44

C2-Epsilon: 1.92

TKE Prandtl Number: 1

TDR Prandtl Number: 1.3

k-epsilon Model

- ☒ Standard
- ☐ RNG
- ☐ Realizable

Near-Wall Treatment

- ☐ Standard Wall Functions
- ☐ Scalable Wall Functions
- ☐ Non-Equilibrium Wall Functions
- ☒ Enhanced Wall Treatment
- ☐ Menter-Lechner
- ☐ User-Defined Wall Functions

Options

- ☐ Production Kato-Launder
- ☐ Production Limiter

User-Defined Functions

Turbulent Viscosity: none

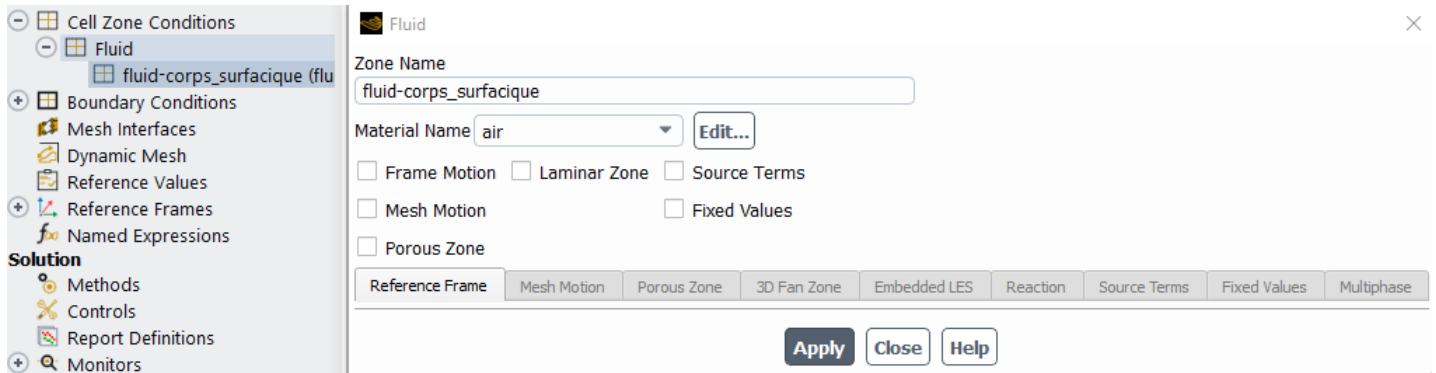
Prandtl Numbers

TKE Prandtl Number: none

TDR Prandtl Number: none

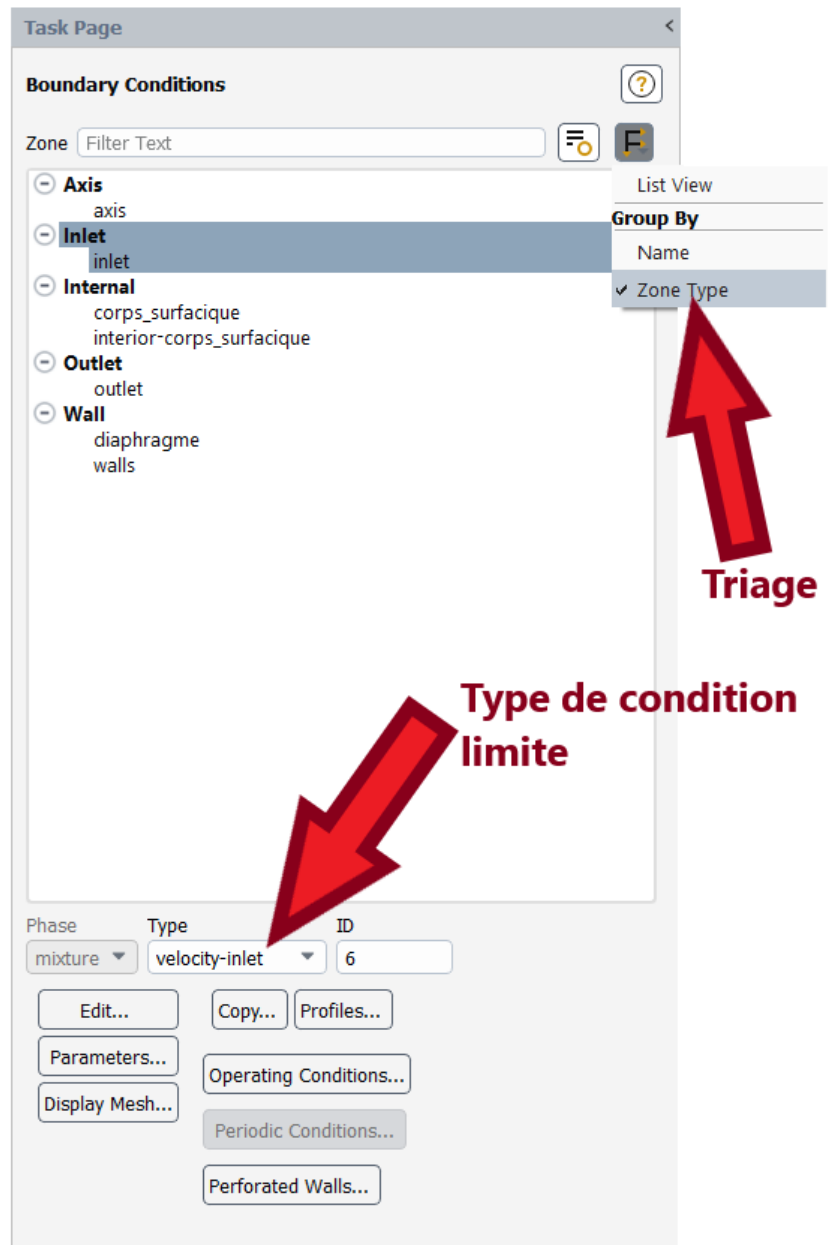
OK Cancel Help

4.5) Dans *Cell Zone Conditions*, vérifier que le domaine est bien constitué d'air.

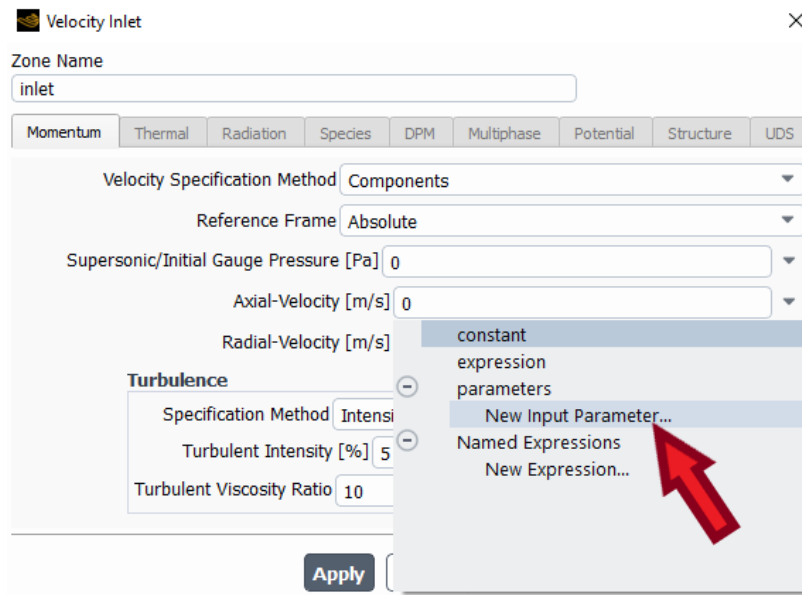


4.6) Double cliquer sur *Boundary Conditions*. On peut grouper par type de zone pour s'y retrouver plus facilement. Vérifier que les bons types de conditions limites correspondent aux bonnes sélections nommées :

- *Axis* → *axis*
- *Inlet* → *velocity-inlet*
- *Outlet* → *pressure-outlet*
- *Diaphragme/Walls* → *wall*

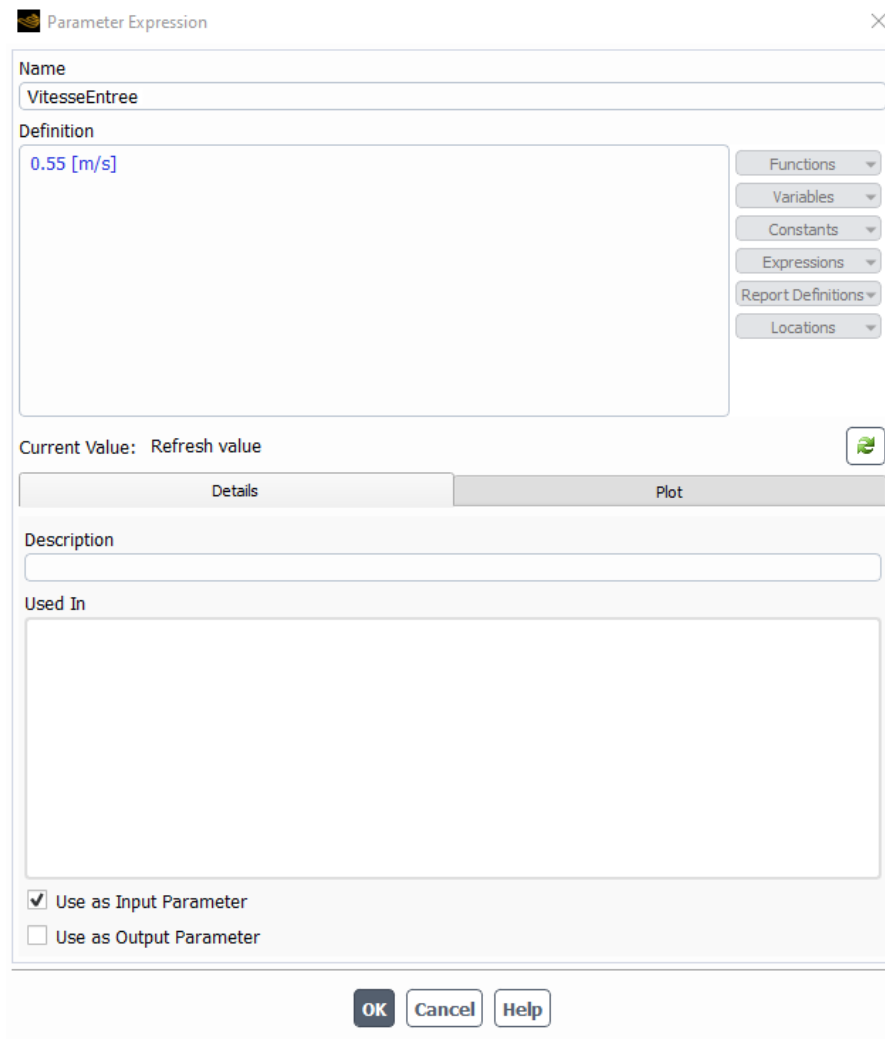


4.7) Ouvrir le détail de *Inlet* avec *Edit*. Régler la *Velocity Specification Method* sur *Components*. Cliquer sur le menu déroulant de la vitesse axiale, puis sur *New Input Parameter*.

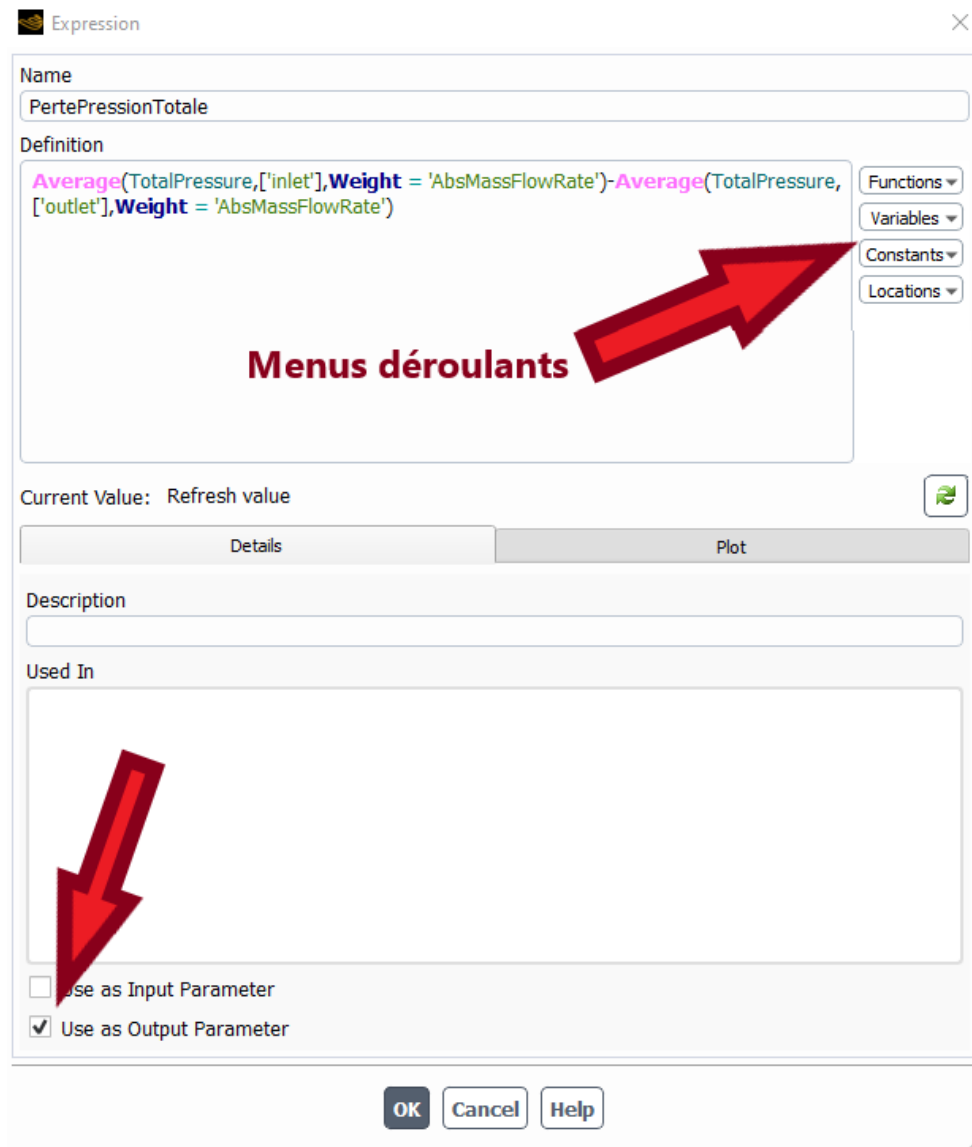


4.8) Renommer le paramètre « *VitesseEntree* » et définir la vitesse initiale sur 0.55 m/s.

Vérifier que la case *Use as Input Parameter* est bien cochée, puis valider.



4.9) Double cliquer sur *Named Expressions*, puis cliquer sur *New*. On va écrire la fonction qui calculera la perte de pression totale entre l'entrée et la sortie du domaine. On peut utiliser les menus déroulant pour obtenir le type d'expression (*Function* → *Reduction* → *Average*) ainsi que les paramètres (*Variables* → *Pressure* → *Total Pressure*; *Locations* → *Boundary Zones/Surfaces* → *Inlet*; *Locations* → *Boundary Zones/Surfaces* → *Outlet*). Créer un paramètre de sortie associé à cette valeur en cochant *Use as Output Parameter*. Valider.



Expression

Name
PertePressionTotale

Definition
Average(TotalPressure,['inlet'],Weight = 'AbsMassFlowRate')-Average(TotalPressure,['outlet'],Weight = 'AbsMassFlowRate')

Functions
Variables
Constants
Locations

Current Value: Refresh value

Details Plot

Description

Used In

☐ Use as Input Parameter
☒ Use as Output Parameter

OK Cancel Help

4.10) Dans l'onglet *Methods*, régler le couplage pression/vitesse sur SIMPLE. Utiliser *Second Order Upwind* pour toutes les équations (*Turbulent Kinetic Energy* et *Turbulent Dissipation Rate* utilisent le premier ordre par défaut).

Task Page

Solution Methods

Pressure-Velocity Coupling

Scheme

SIMPLE

Flux Type

Rhie-Chow: distance based

☐ Auto Select

Spatial Discretization

Gradient

Least Squares Cell Based

Pressure

Second Order

Momentum

Second Order Upwind

Turbulent Kinetic Energy

Second Order Upwind

Turbulent Dissipation Rate

Second Order Upwind

Transient Formulation

☐ Non-Iterative Time Advancement

☐ Frozen Flux Formulation

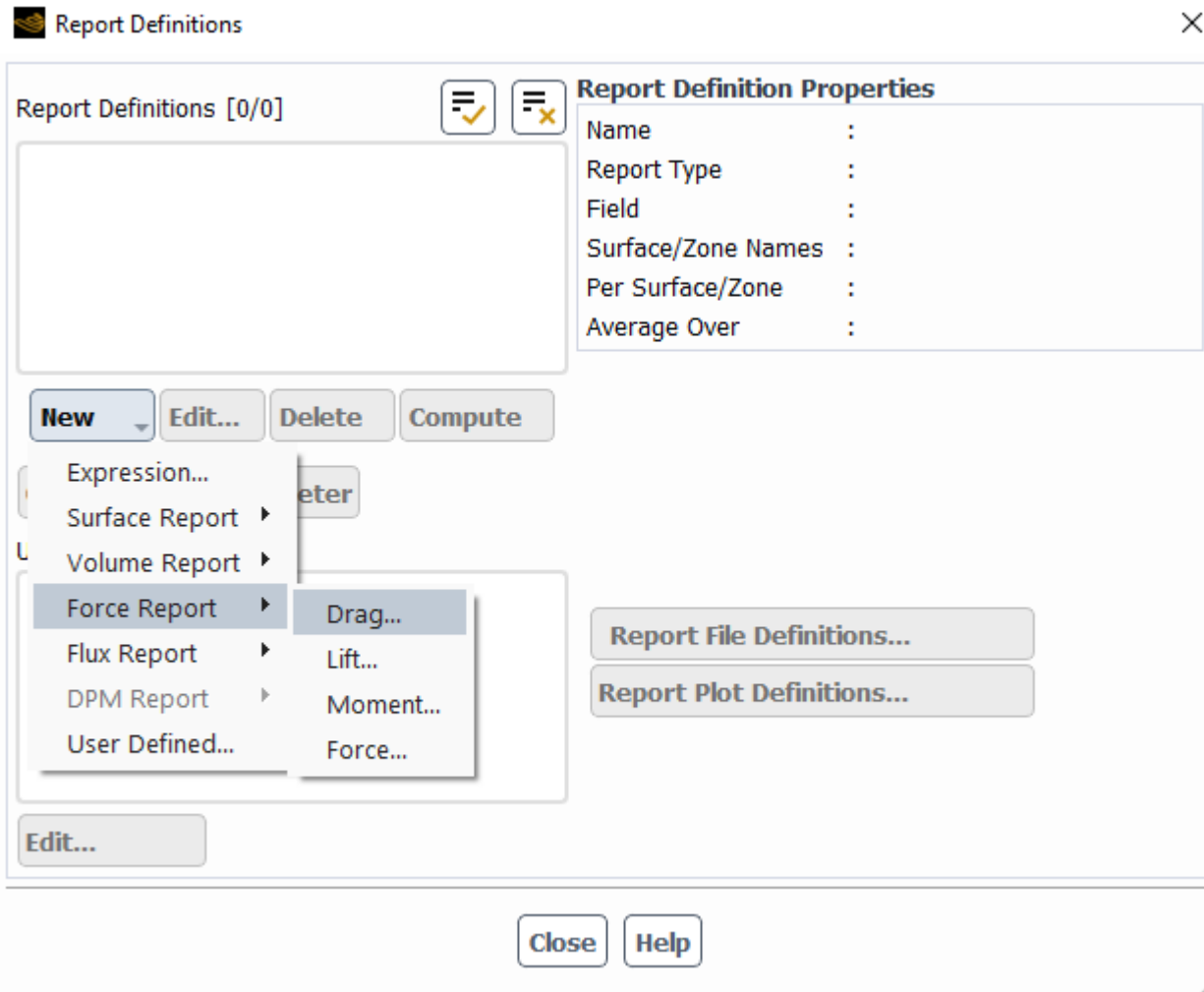
☐ Pseudo Time Method

☐ Warped-Face Gradient Correction


☐ High Order Term Relaxation

Structure Transient Formulation

4.11) Dans l'onglet *Report Definitions*, cliquer sur *New* → *Force Report* → *Drag*.



4.12) Renommer le rapport « trainee ». Régler le *Report Output Type* sur *Drag Force*. Sélectionner le diaphragme comme zone d'application. Cocher les case *Report Plot* pour créer une représentation graphique de l'évolution de la traînée en fonction du nombre d'itération, *Print to Console* afin de pouvoir lire les valeurs correspondantes au graphique dans la console et, *Create Output Parameter*, pour créer un paramètre de sortie.

 Drag Report Definition
 ×

Name

trainee

Options

☐ Per Zone
 Average Over(Iterations)

1

Force Vector

X	Y	Z
1	0	1

Report Files [0/0]

Report Plots [0/0]

Create

☐ Report File
 ☒ Report Plot
 Frequency

1

☒ Print to Console

☒ Create Output Parameter

Report Output Type

☐ Drag Coefficient
 ☒ Drag Force

Zones

Filter Text

diaphragme
 walls


OK

Compute

Cancel

Help

4.13) Créer un second rapport avec *New* → *Expression*. Écrire le nom de notre expression nommée *PertePressionTotale* dans le champ d'expression. Cocher *Report Plot* et *Print to Console*. Inutile de créer un nouveau paramètre de sortie pour la perte de pression car on l'a déjà fait à la définition de l'expression.

 Expression Report Definition
 ✕

Name

PertePressionTotale

Functions ▾


Variables ▾

Constants ▾

Expressions ▾




Report Definitions ▾

Locations ▾




Current Value: Refresh value 

Average Over

Report Files [0/0]

Report Plots [0/1]

Create

☐ Report File
 ☒ Report Plot
 Frequency
☒ Print to Console

trainee-rplot

☐ Create Output Parameter

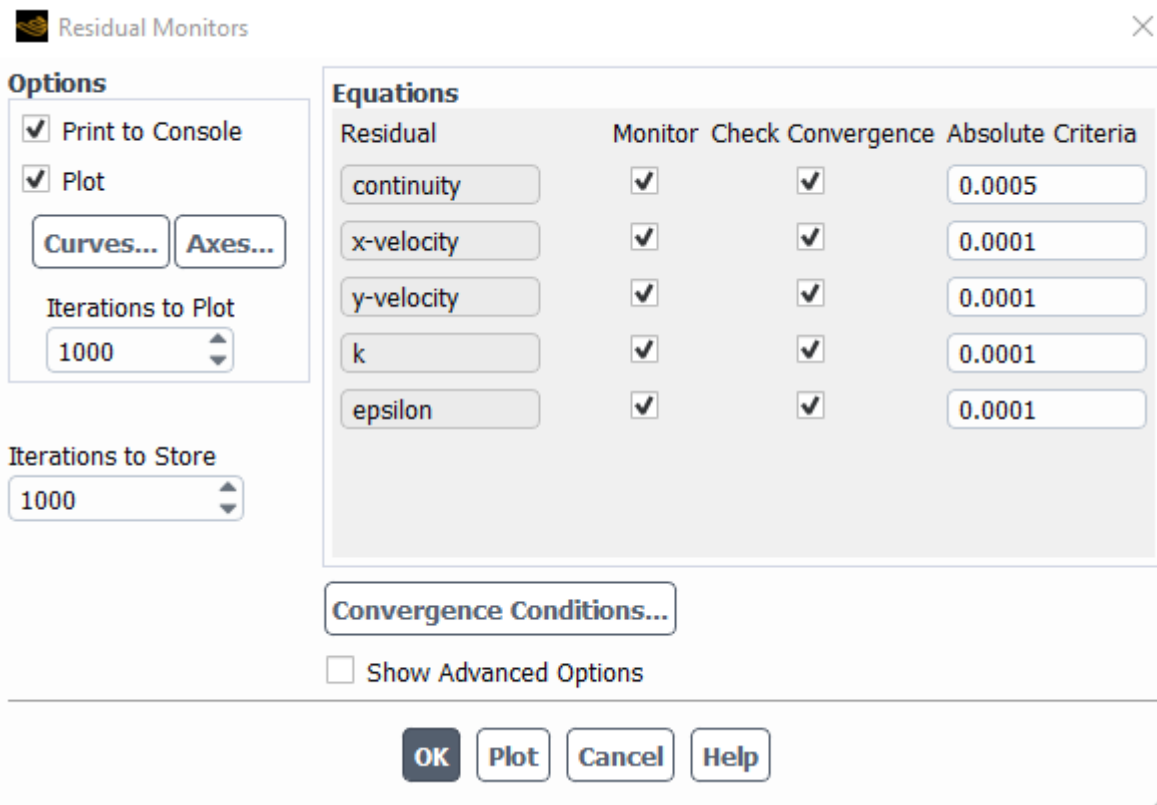
OK

Compute

Cancel

Help

4.14) Dérouler l'onglet *Monitors*, puis ouvrir *Residuals*. Changer le critère de convergence de l'équation de continuité à 5×10^{-4} , et le reste des critères à 10^{-4} , puis cliquer sur *Convergence Conditions*.



Residual Monitors

Options

- ☒ Print to Console
- ☒ Plot
- Curves...** **Axes...**
- Iterations to Plot: 1000
- Iterations to Store: 1000

Equations

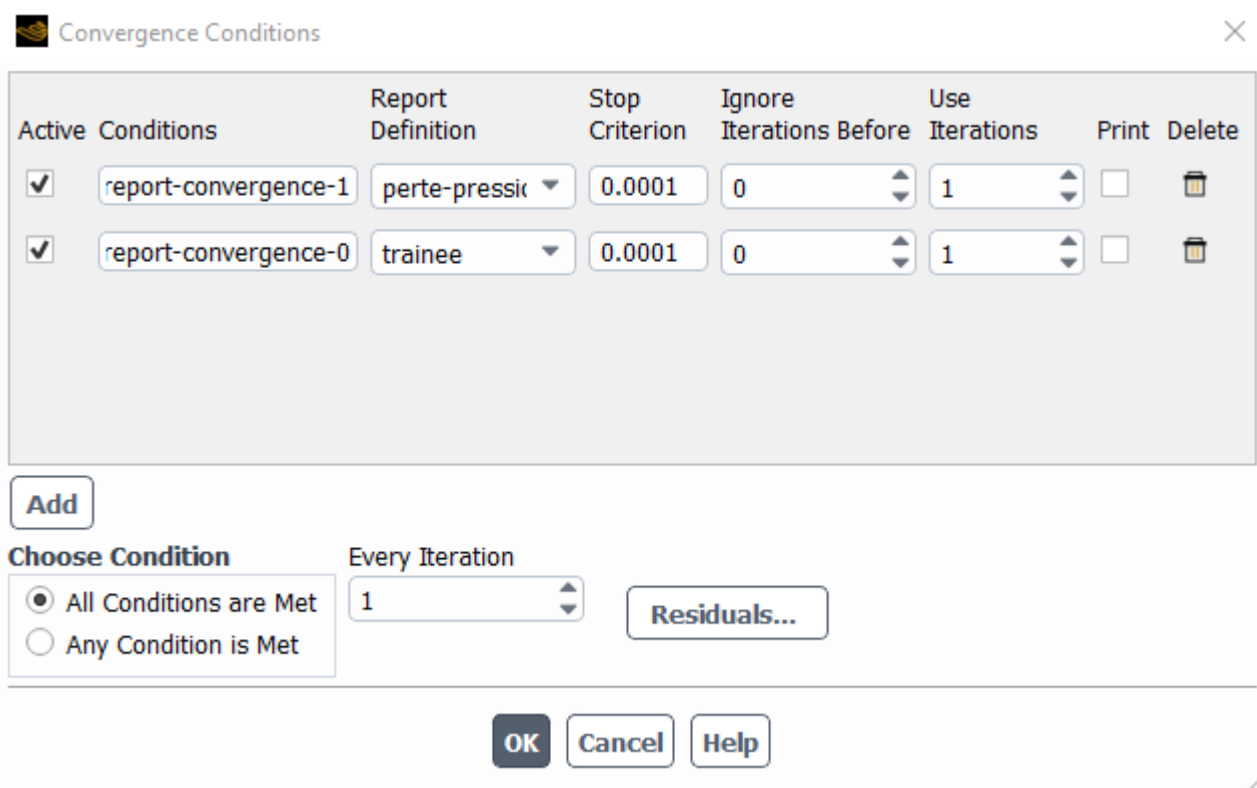
Residual	Monitor	Check Convergence	Absolute Criteria
continuity	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0005
x-velocity	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0001
y-velocity	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0001
k	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0001
epsilon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0001

Convergence Conditions...



☐ Show Advanced Options

OK **Plot** **Cancel** **Help**

4.15) Dans la nouvelle fenêtre apparue, cliquer sur *Add* pour ajouter deux critères de convergence supplémentaire à 10^{-4} sur la perte de pression totale et la trainée.



Convergence Conditions

Active	Conditions	Report Definition	Stop Criterion	Ignore Iterations Before	Use Iterations	Print	Delete
<input checked="" type="checkbox"/>	report-convergence-1	perte-pressi...	0.0001	0	1	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	report-convergence-0	trainee	0.0001	0	1	<input type="checkbox"/>	

Add

Choose Condition

☒ All Conditions are Met

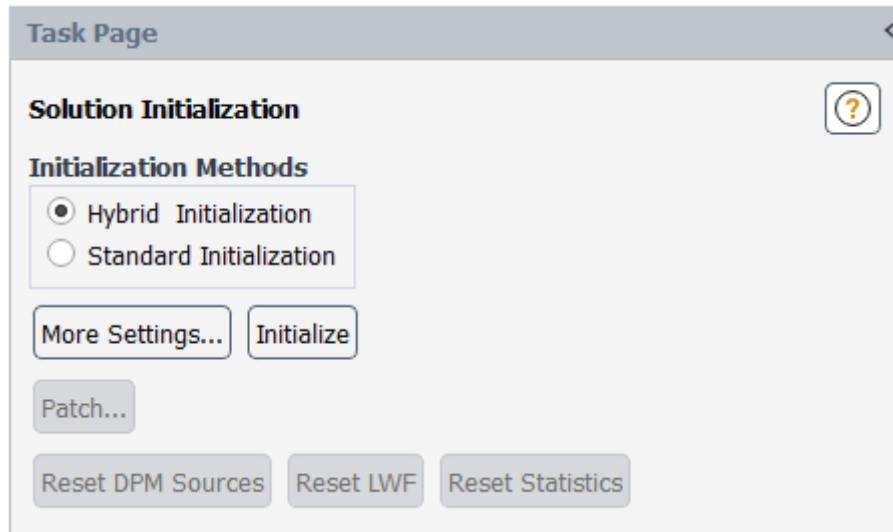
☐ Any Condition is Met

Every Iteration: 1

Residuals...

OK **Cancel** **Help**

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



Task Page

Solution Initialization

Initialization Methods

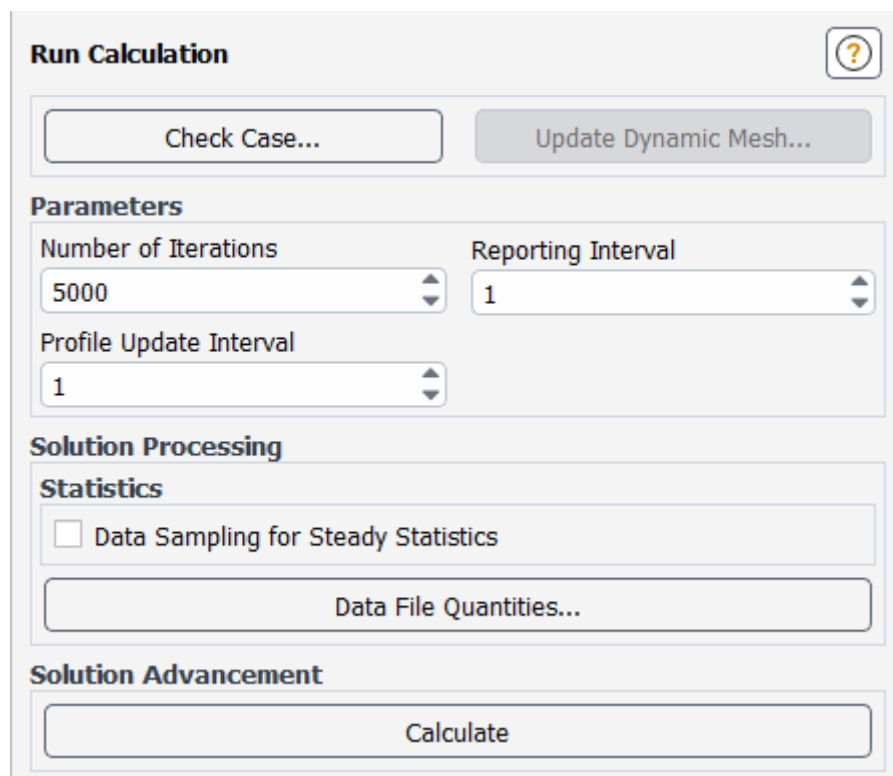
☒ Hybrid Initialization
☐ Standard Initialization

More Settings... Initialize

Patch...

Reset DPM Sources Reset LWF Reset Statistics

4.17) Dans l'onglet *Run Calculation*, fixer le nombre d'itérations à 5000, puis cliquer sur *Calculate*.



Run Calculation

Check Case... Update Dynamic Mesh...

Parameters

Number of Iterations: 5000
Reporting Interval: 1
Profile Update Interval: 1

Solution Processing

Statistics

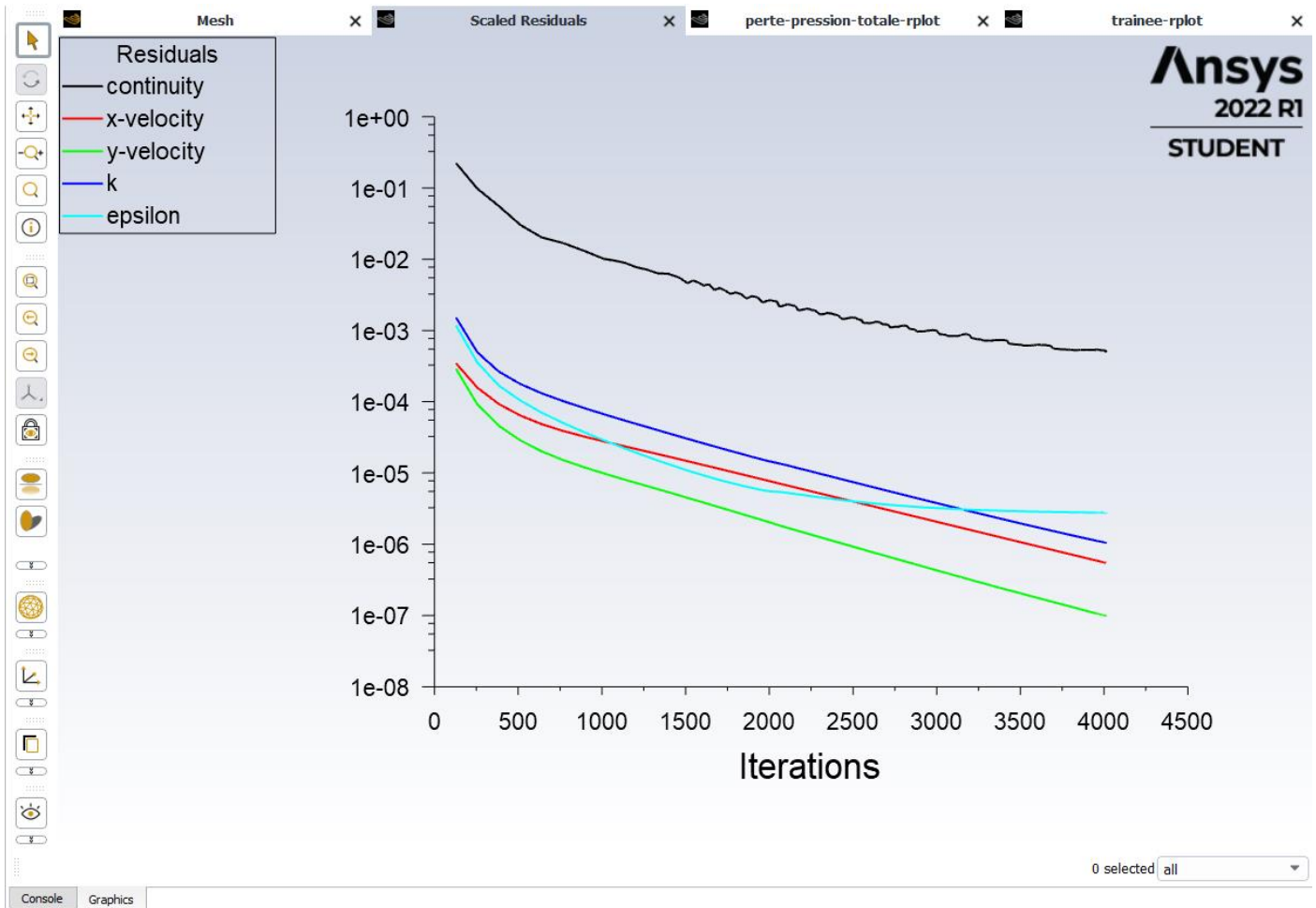
☐ Data Sampling for Steady Statistics

Data File Quantities...

Solution Advancement

Calculate

4.18) On peut utiliser les graphiques ainsi que la console pour contrôler la convergence de notre solution, qui sera atteinte aux alentours de 4000 itérations.



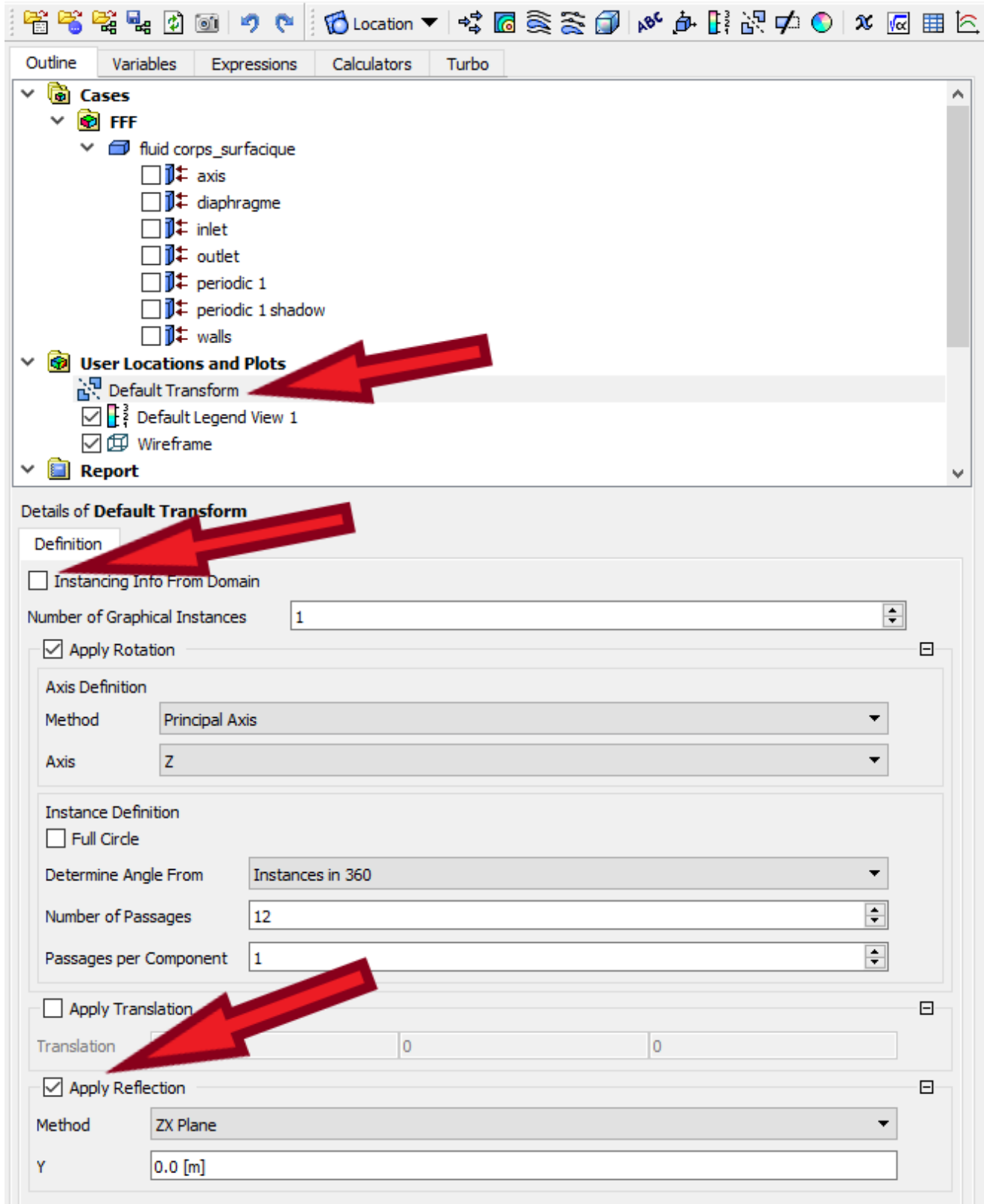
Fermer le solveur une fois la convergence atteinte (ce message doit apparaître dans la console).

```
! 4013 report definition solution is converged
4013 4.9153e-04 5.4477e-07 9.7797e-08 1.0383e-06 2.6763e-06 7.3830e+00 6.5212e+02 1:23:19 4999
! 4013 solution is converged
```

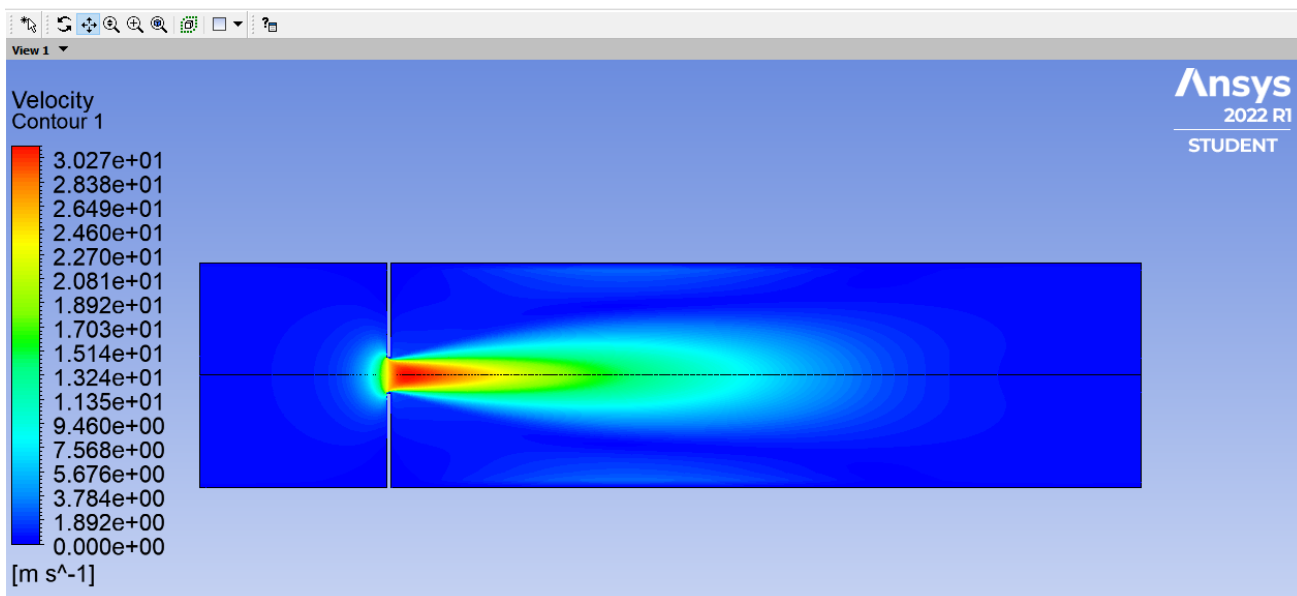
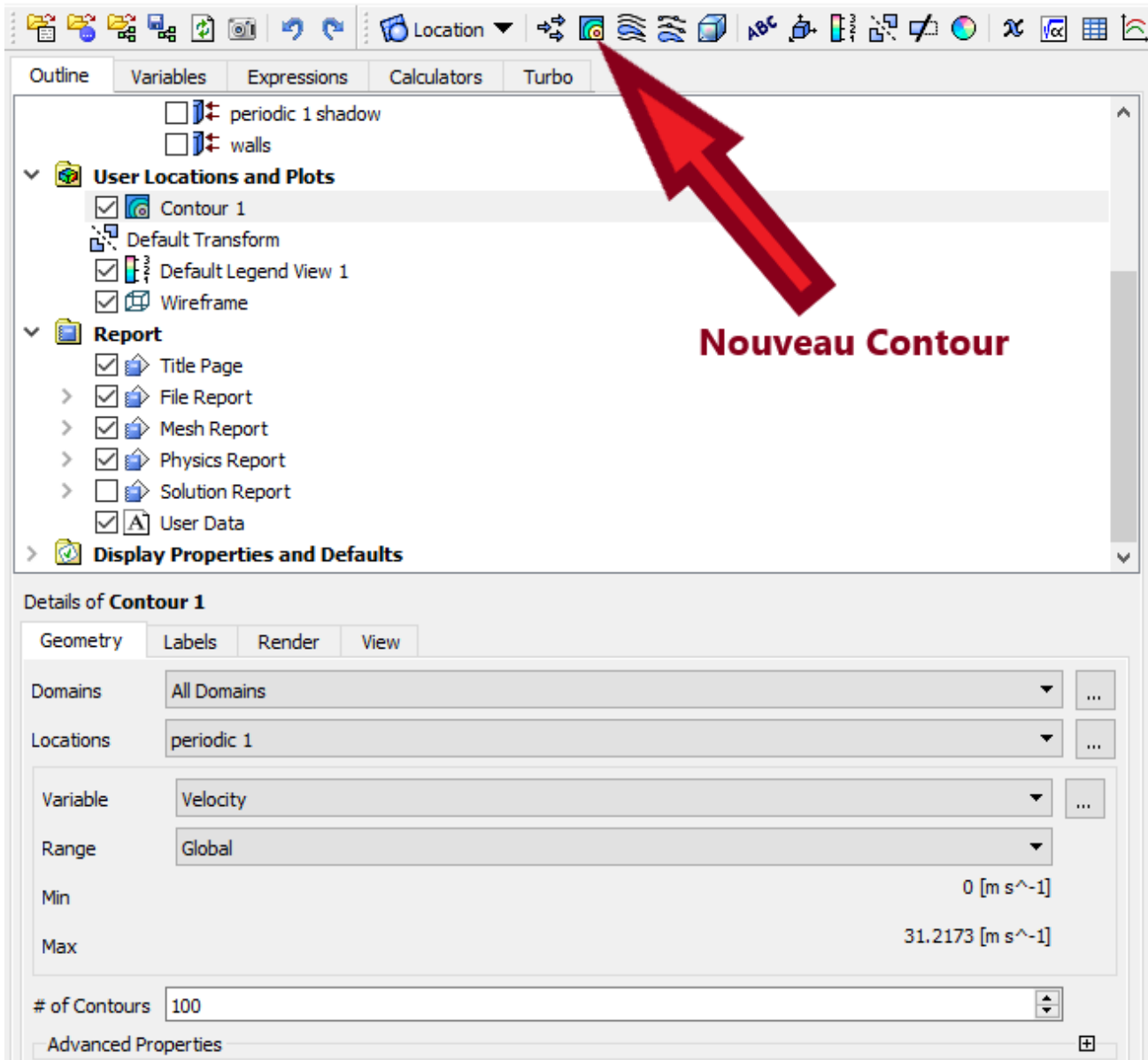
5 Résultats

5.1 Post-traitement avec CFD-Post

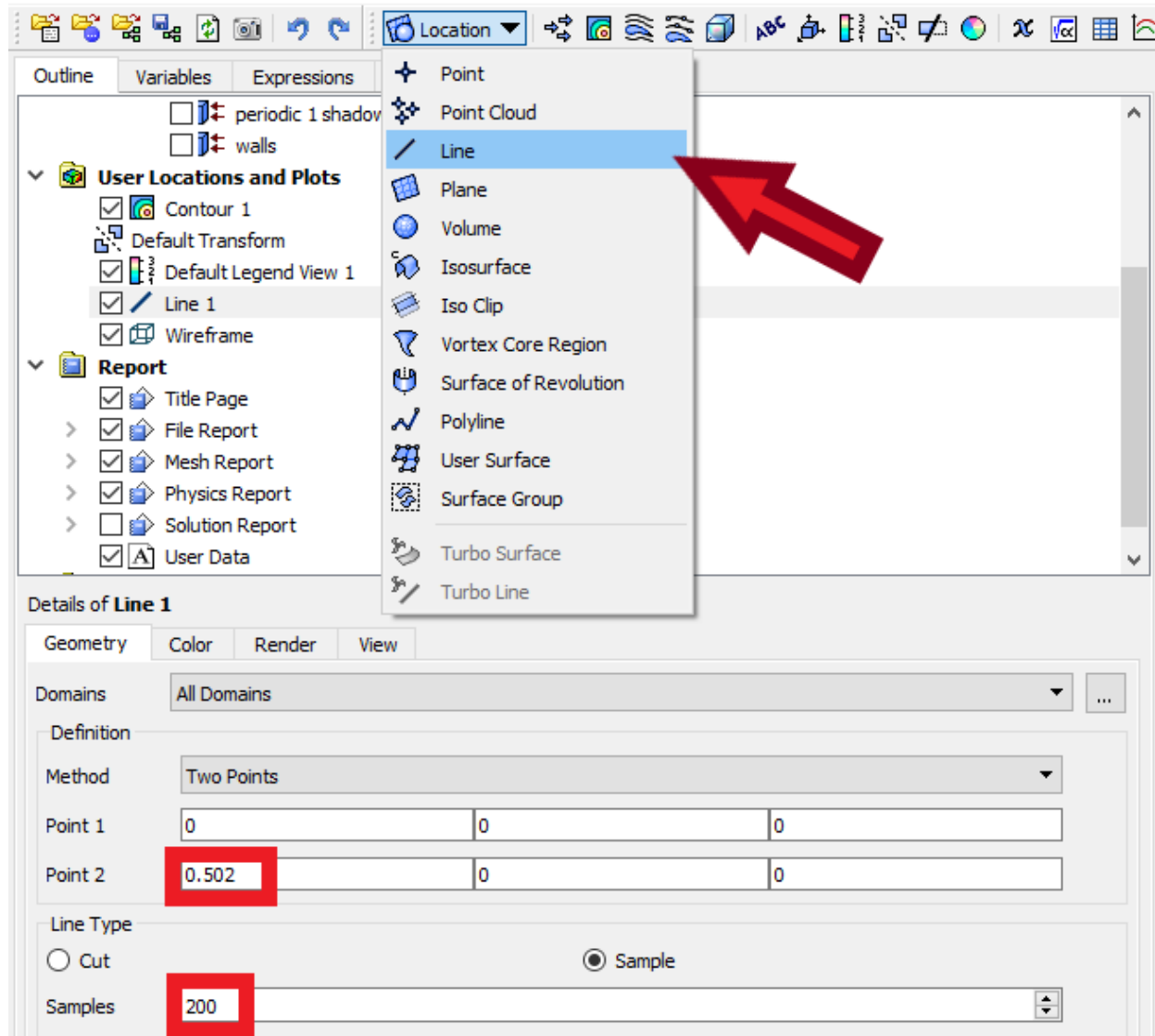
5.1.1) Dans le *Schéma de projet*, double cliquer sur *Résultats*, ou faire clic-droit → Éditer. Une fois l'éditeur ouvert, accéder à *Default Transform*. Désactiver *Instancing Info From Domain*, puis activer *Apply Reflection* en utilisant le plan ZX comme référence. Cliquer sur *Apply*.



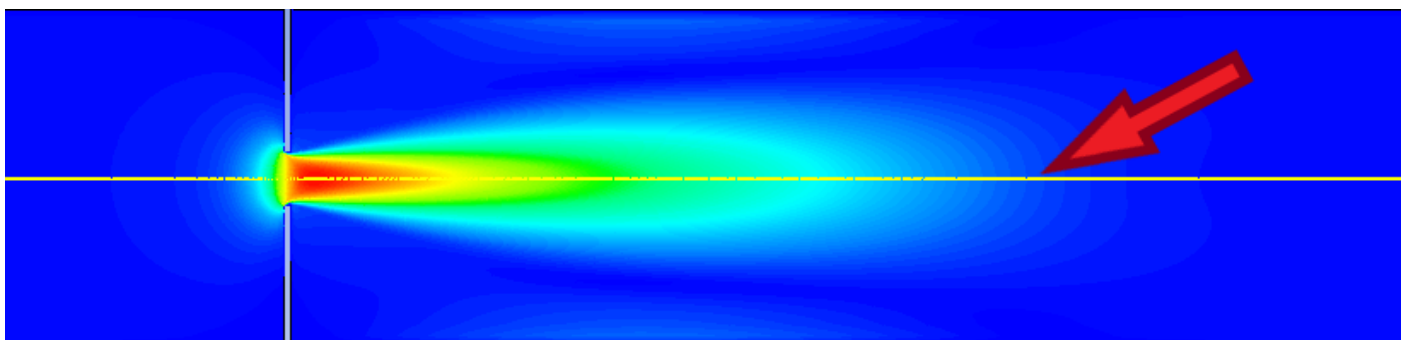
5.1.2) Créer un *Contour* de vitesse sur *Periodic 1*. Utiliser au moins 50 contours pour avoir une image nette.



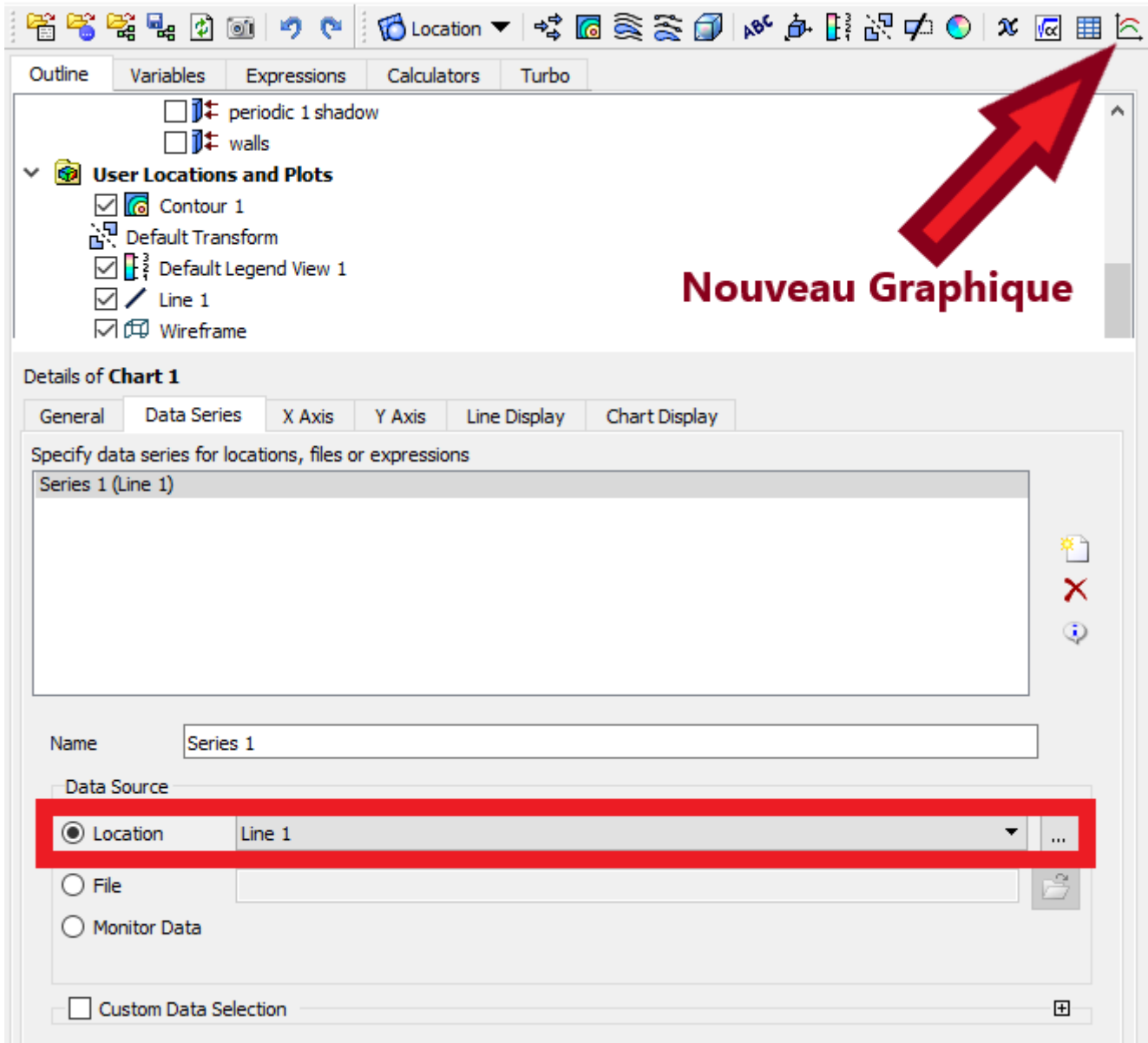
5.1.3) On souhaite avoir une approche plus quantitative de l'effet du diaphragme sur la vitesse de l'écoulement, on va donc créer une représentation graphique de son évolution en fonction de la distance parcourue le long de l'axe de révolution. Créer une ligne entre l'origine du repère et le point (0.502 ; 0 ; 0) correspondant à la sortie du domaine. Créer 200 échantillons (*Samples*) le long de cette ligne.



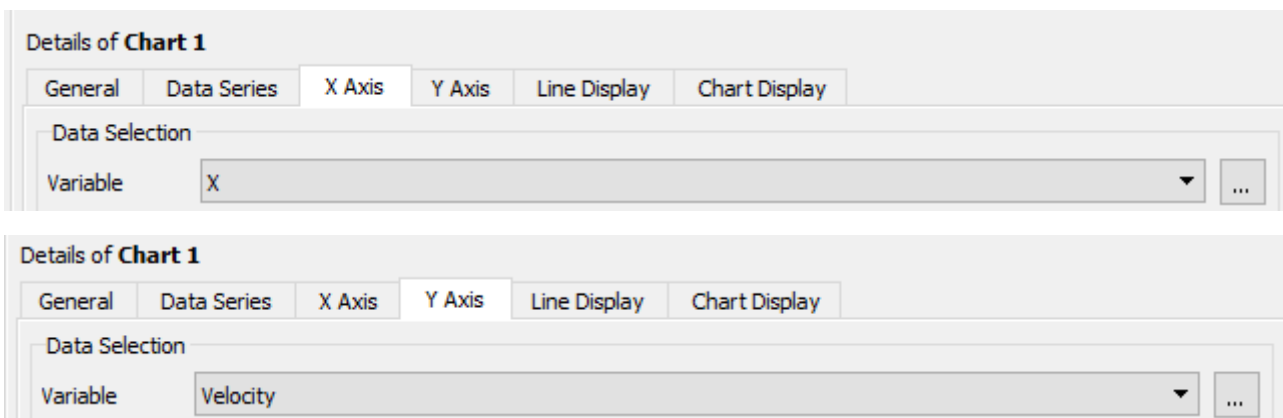
Elle doit apparaître sur le contour de vitesse.



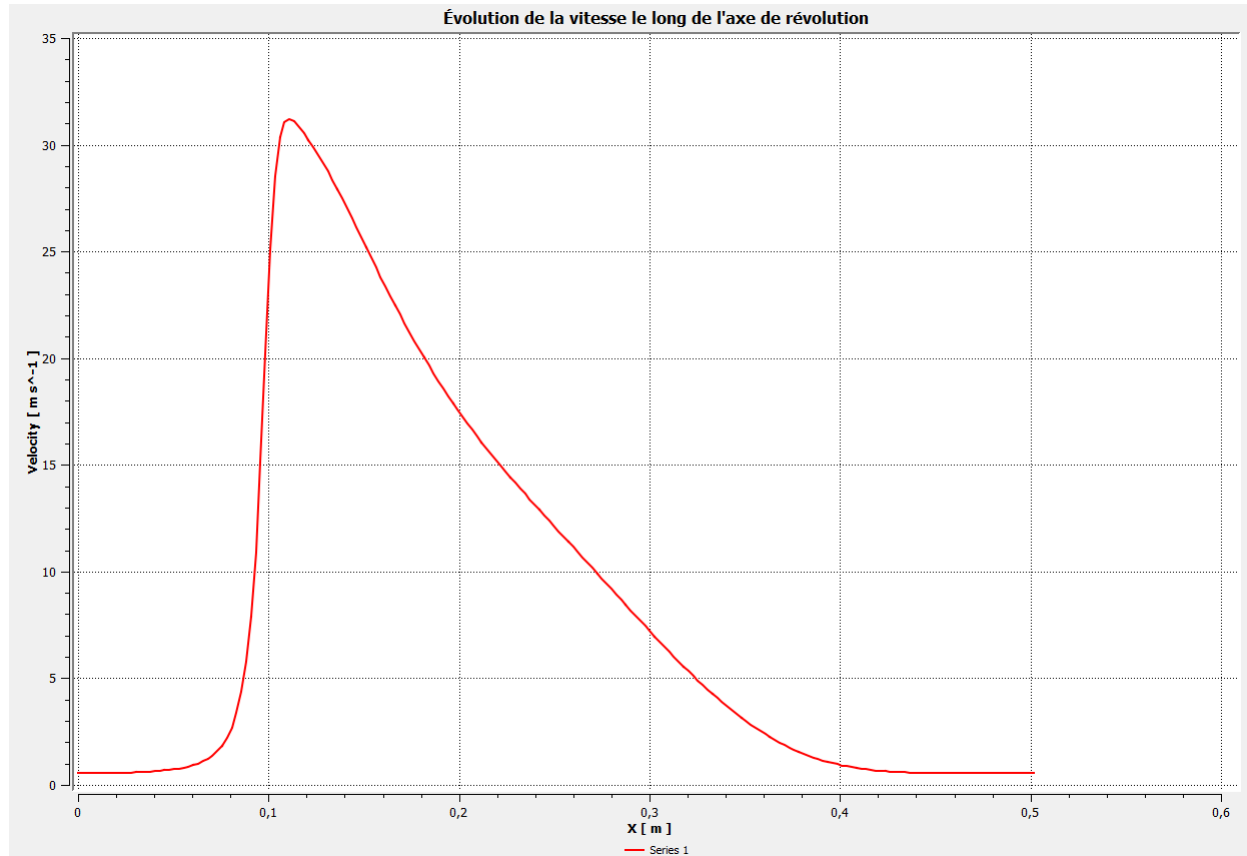
5.1.4) Créer un nouveau graphique en utilisant *Line1* comme source de données.



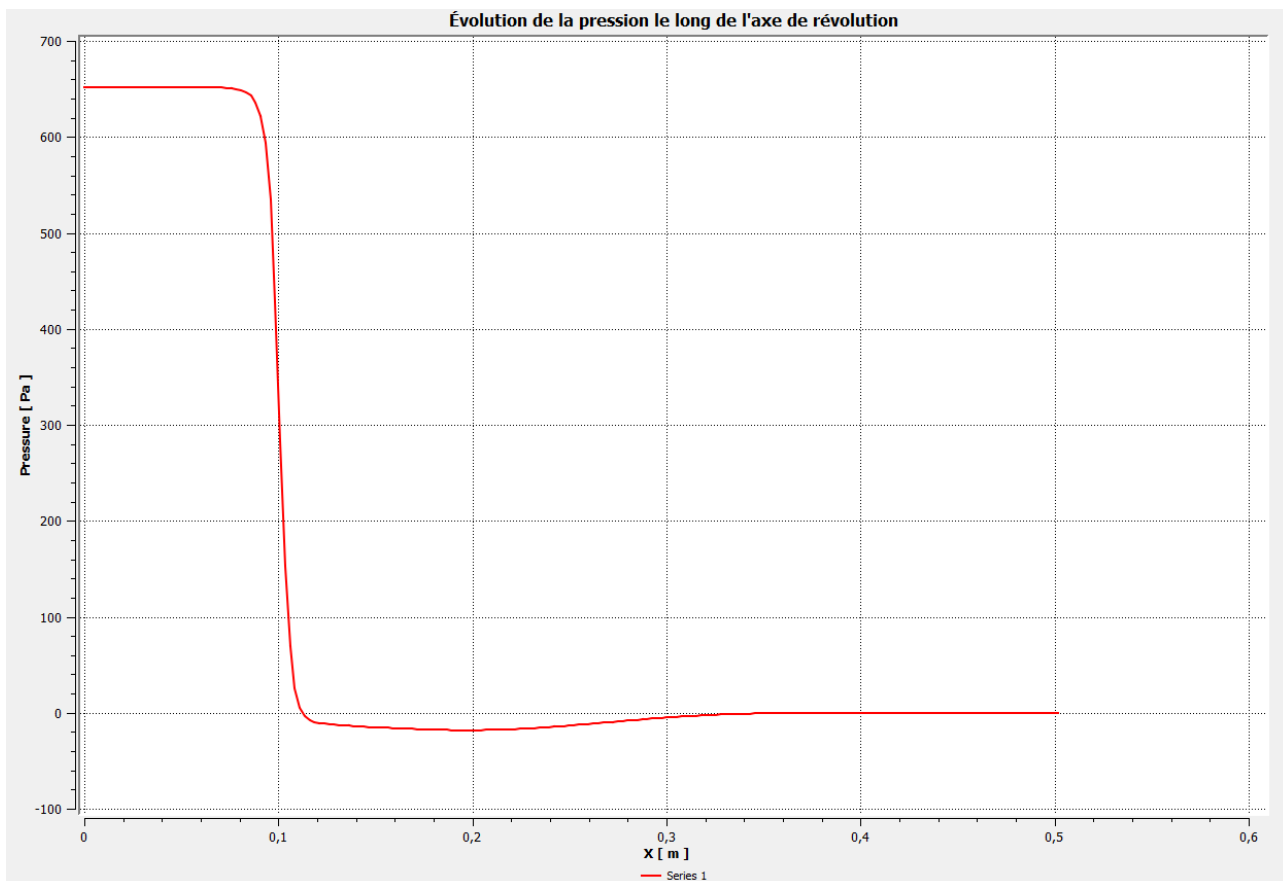
5.1.5) La variable sur l'axe X sera la distance à l'origine, et la variable de l'axe Y sera la vitesse. Garder le reste de paramètres par défaut. Cliquer sur *Apply*.



5.1.6) Le graphique suivant doit apparaître. On peut ainsi quantifier plus précisément l'accélération de l'écoulement au niveau du diaphragme.



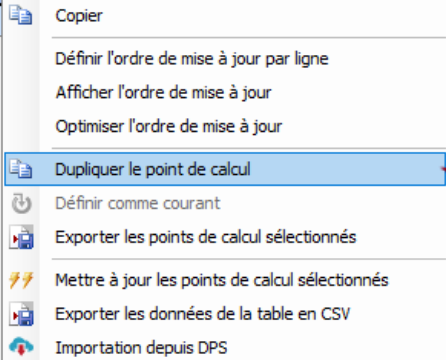

5.1.7) On peut répéter l'opération pour la pression, afin d'observer le saut de pression au niveau du diaphragme.



5.2 Étude paramétrique et post-traitement avec Excel.

5.2.1) Dans le *Schéma de projet*, double cliquer sur *Paramètres*. Dans la *Table des points de calcul*, clic droit sur *DP0* puis sélectionner *Dupliquer le point de calcul*.

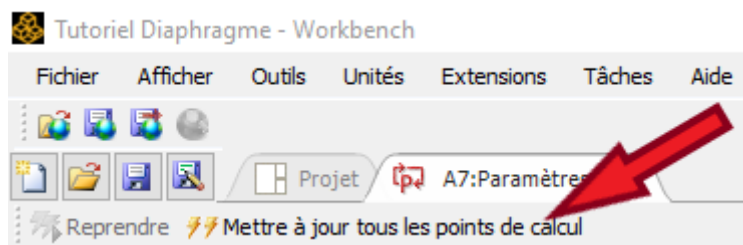
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nom	P1 - RayonDiaphragme	P6 - VitesseEntree	P3 - trainee-op	P5 - PertePressionTotale	Conserver	Données conservées	Note
2	Unités	mm	m s ⁻¹	N	Pa			
3	DP 0 (Courant)	9,5	0,55	7,383	652,12	<input checked="" type="checkbox"/>	✓	
*						<input type="checkbox"/>		

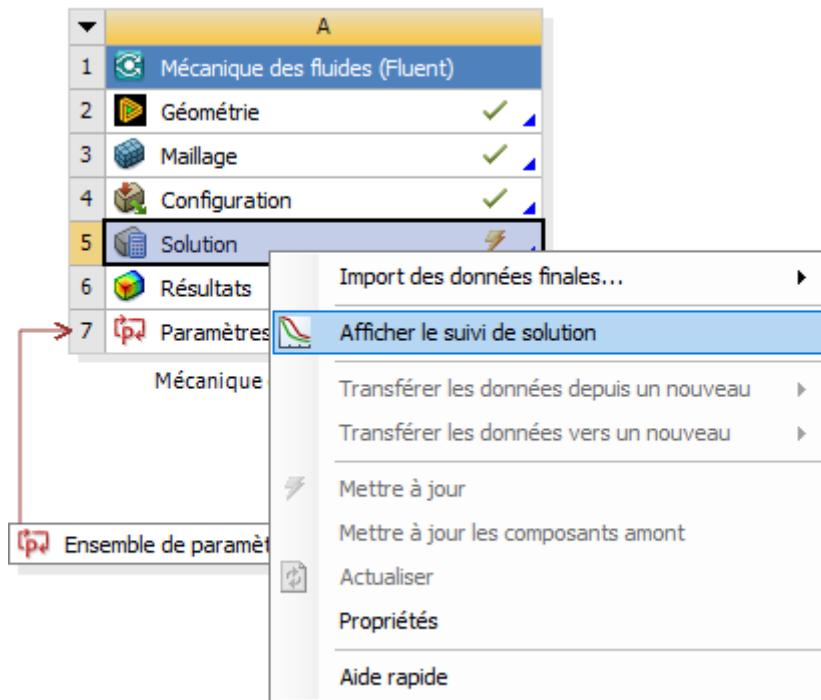
5.2.2) Répéter l'opération puis modifier les vitesses d'entrée, jusqu'à avoir 5 points de calcul, pour les vitesses 0.15, 0.25, 0.35, 0.45 et 0.55m/s.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nom	P1 - RayonDiaphragme	P6 - VitesseEntree	P3 - trainee-op	P5 - PertePressionTotale	<input type="checkbox"/> Conserver	Données conservées
2	Unités	mm	m s ⁻¹	N	Pa		
3	DP 0 (Courant)	9,5	0,55	7,383	652,01	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
4	DP 1	9,5	0,45	⚡	⚡	<input checked="" type="checkbox"/>	⚡
5	DP 2	9,5	0,35	⚡	⚡	<input checked="" type="checkbox"/>	⚡
6	DP 3	9,5	0,25	⚡	⚡	<input checked="" type="checkbox"/>	⚡
7	DP 4	9,5	0,15	⚡	⚡	<input checked="" type="checkbox"/>	⚡
*						<input type="checkbox"/>	

5.2.3) Mettre à jour tous les points de calcul.



5.2.4) Pour surveiller la convergence de la solution, aller dans le *Schéma de projet* puis clic-droit sur *Solution* → *Afficher le suivi de solution*.



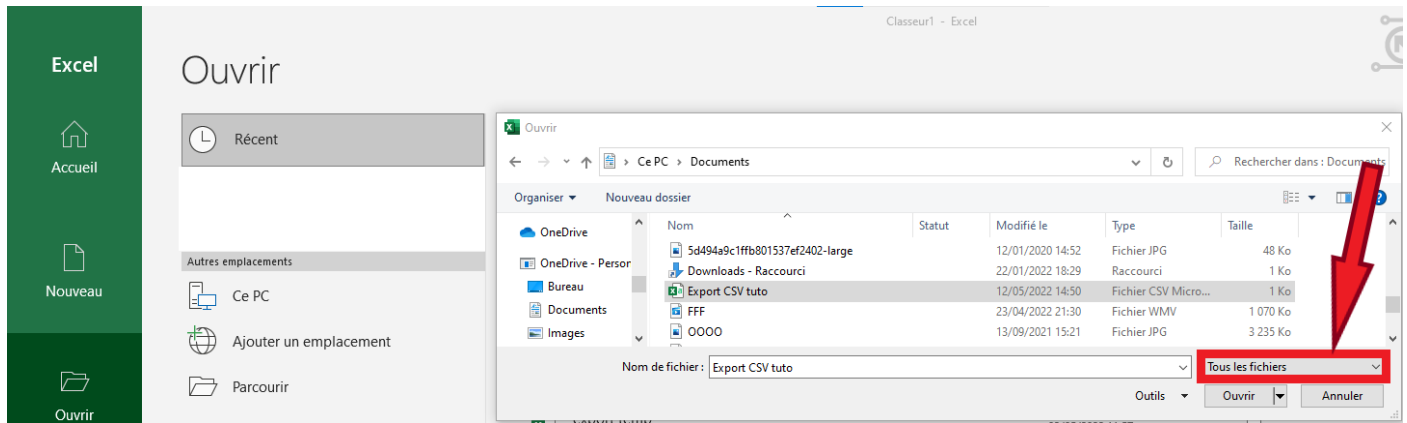
5.2.5) Un fois tous les résultats à jour, trier par ordre de vitesse. Clic-droit n'importe où sur la table, puis *Exporter les données de la table en CSV*.

Table de Points de calcul

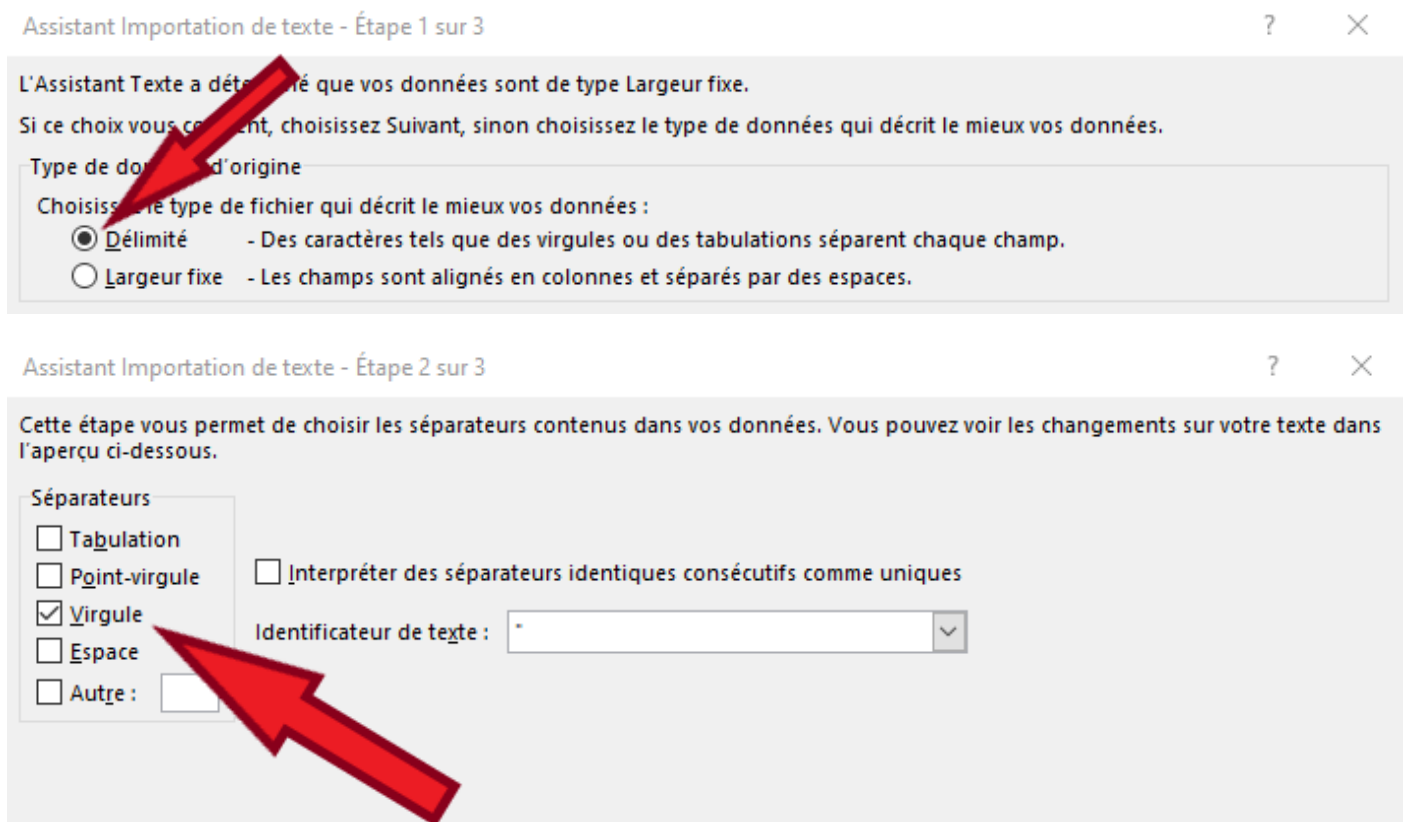
	A	B	C	D	E	F	G
1	Nom	P1 - RayonDiaphragme	P6 - VitesseEntree	P3 - trainee-op	P5 - PertePressionTotale	Conserver	Données conservées
2	Unités	mm	m s ⁻¹	Croissant	Pa		
3	DP 0 (Courant)	0,5	0,55	Décroissant		<input checked="" type="checkbox"/>	✓
4	DP 1			Réglages du tri...	93	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
5	DP 2				258,76	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
6	DP 3			1,5122	133,56	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
7	DP 4			0,56549	49,913	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
*						<input type="checkbox"/>	

The image shows a table of calculation points. A right-click context menu is open over the table, with the option 'Exporter les données de la table en CSV' highlighted. A red arrow points to this option. Another red arrow points to the 'Croissant' (Ascending) sort option in the table header.

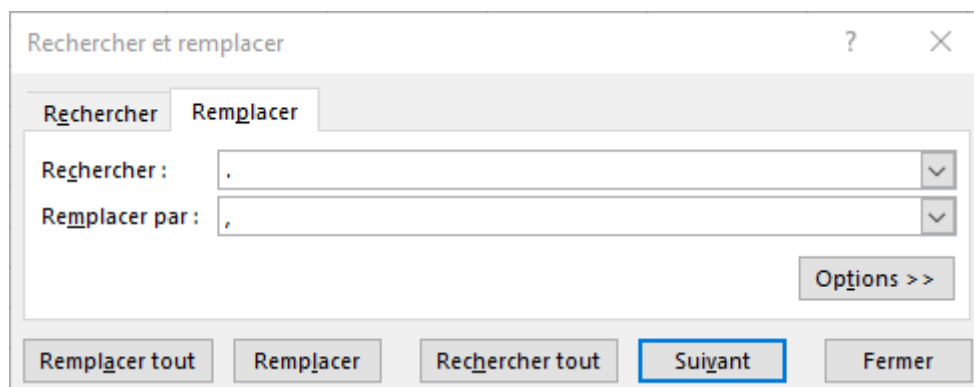
5.2.6) Ouvrir le fichier depuis le menu principal d'Excel. Penser à rechercher tous types de fichier.



5.2.7) Utiliser l'assistant d'importation pour délimiter les données par des virgules.



5.2.8) Une fois l'importation terminée, on va remplacer tous les points par des virgules (utiliser CTRL+F)



5.2.9) Afin d'avoir un graphique plus intuitif, on peut renverser notre plage de donnée avec la fonction *Trier* d'Excel.

P6	P3	P5
0,15	0,56548925	49,913132
0,25	1,5121793	133,56389
0,35	2,9297078	258,76242
0,45	4,9126487	433,92881
0,55	7,3830093	652,01207

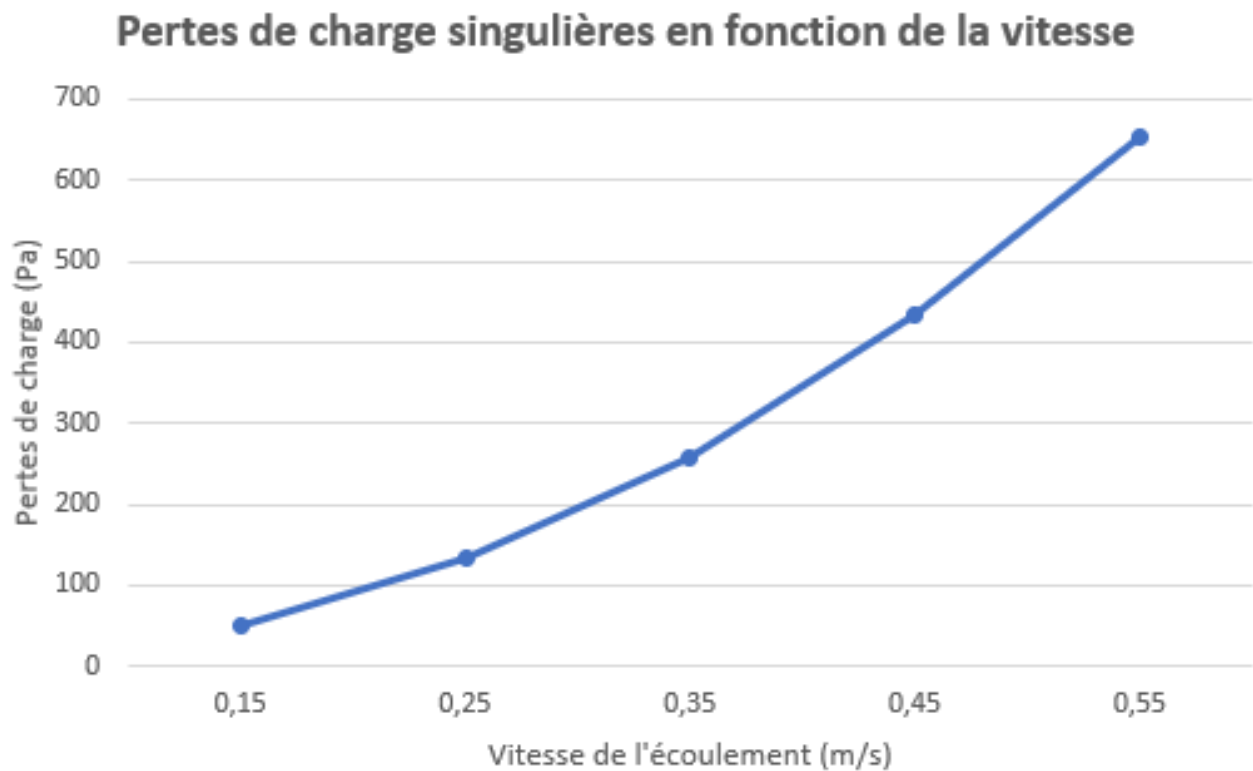
Tri

☒ Mes données ont des en-têtes

Colonne: Trier par P6
 Trier sur: Valeurs de cellule
 Ordre: Du plus petit au plus grand

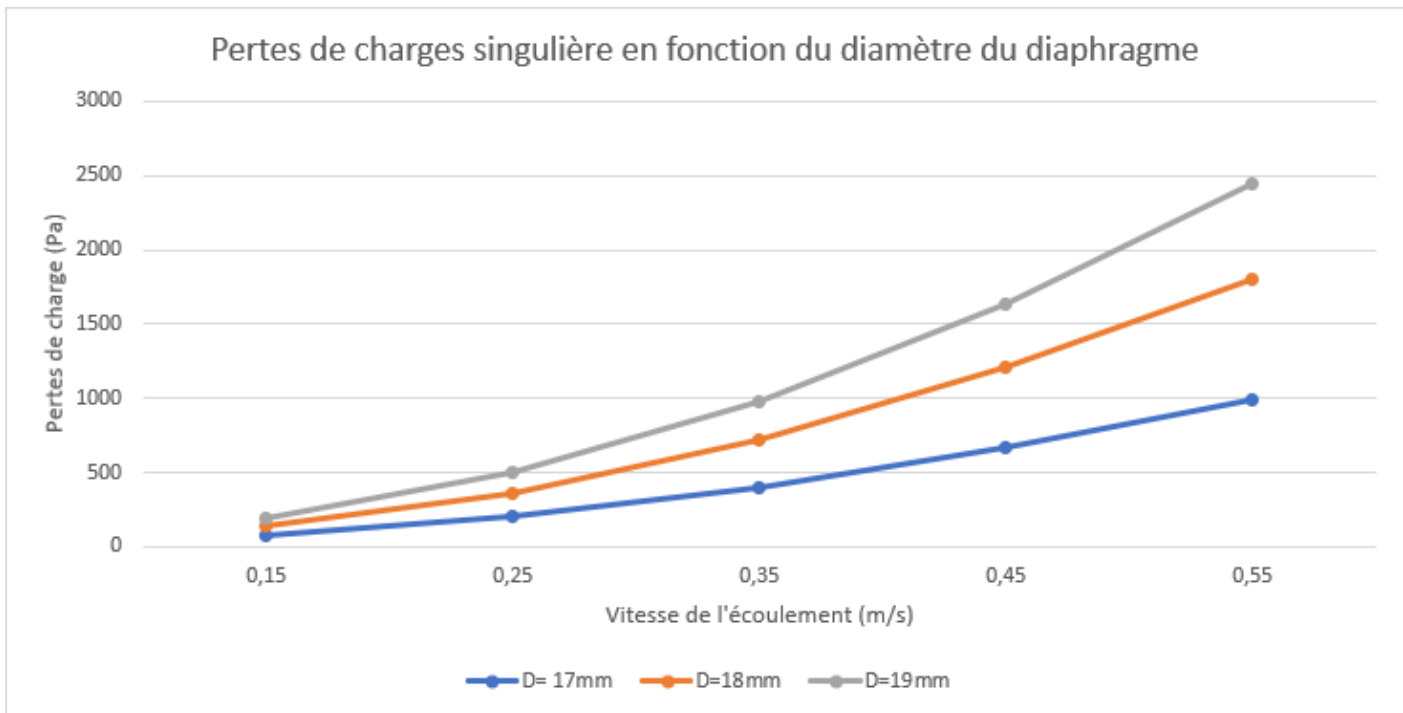
OK Annuler

5.2.10) Il ne reste plus qu'à insérer un graphique.



5.2.11) On pourra également étendre l'étude à l'influence du diamètre du diaphragme.

Table de Points de calcul								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nom	Ordre de mise à jour	P1 - RayonDiaphragme	P6 - VitesseEntree	P3 - trainee-op	P5 - PerteP...	Consen	Données conservées
2	Unités		mm	m s ⁻¹	N	Pa		
3	DP 0 (Courant)	1	8,5	0,15	0,85002	75,066	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
4	DP 1	2	8,5	0,25	2,2779	200,44	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
5	DP 2	3	8,5	0,35	4,4864	397,19	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
6	DP 3	4	8,5	0,45	7,5301	667,02	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
7	DP 4	5	8,5	0,55	11,248	995,55	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
8	DP 5	6	9	0,15	0,69134	61,029	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
9	DP 6	7	9	0,25	1,8515	163,81	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
10	DP 7	8	9	0,35	3,5996	318,8	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
11	DP 8	9	9	0,45	6,0488	535,78	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
12	DP 9	10	9	0,55	9,0624	802,19	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
13	DP 10	11	9,5	0,15	0,56549	49,883	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
14	DP 11	12	9,5	0,25	1,5125	133,77	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
15	DP 12	13	9,5	0,35	2,9297	258,76	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
16	DP 13	14	9,5	0,45	4,9129	435,25	<input checked="" type="checkbox"/>	✓
17	DP 14	15	9,5	0,55	7,383	653,44	<input checked="" type="checkbox"/>	✓



Les données brutes utilisées pour tracer ce dernier graphique sont jointes à ce tutoriel (Export_Brut.csv), car elles nécessitent un temps de calcul important.