

## Introduction

Le présent rapport rend compte du travail effectué lors d'un TP d'écoulement d'air autour d'un cylindre modélisé sur Star CCM. L'objectif principal de ce TP était de simuler numériquement l'écoulement d'air autour d'un cylindre à différentes vitesses et d'interpréter les résultats obtenus. Ce rapport décrit les étapes clés du processus de simulation, y compris la géométrie du cylindre et le maillage, les résultats et les interprétations de la simulation.

## Objectifs

Comprendre les principes fondamentaux de la simulation numérique des écoulements d'air autour d'un cylindre.

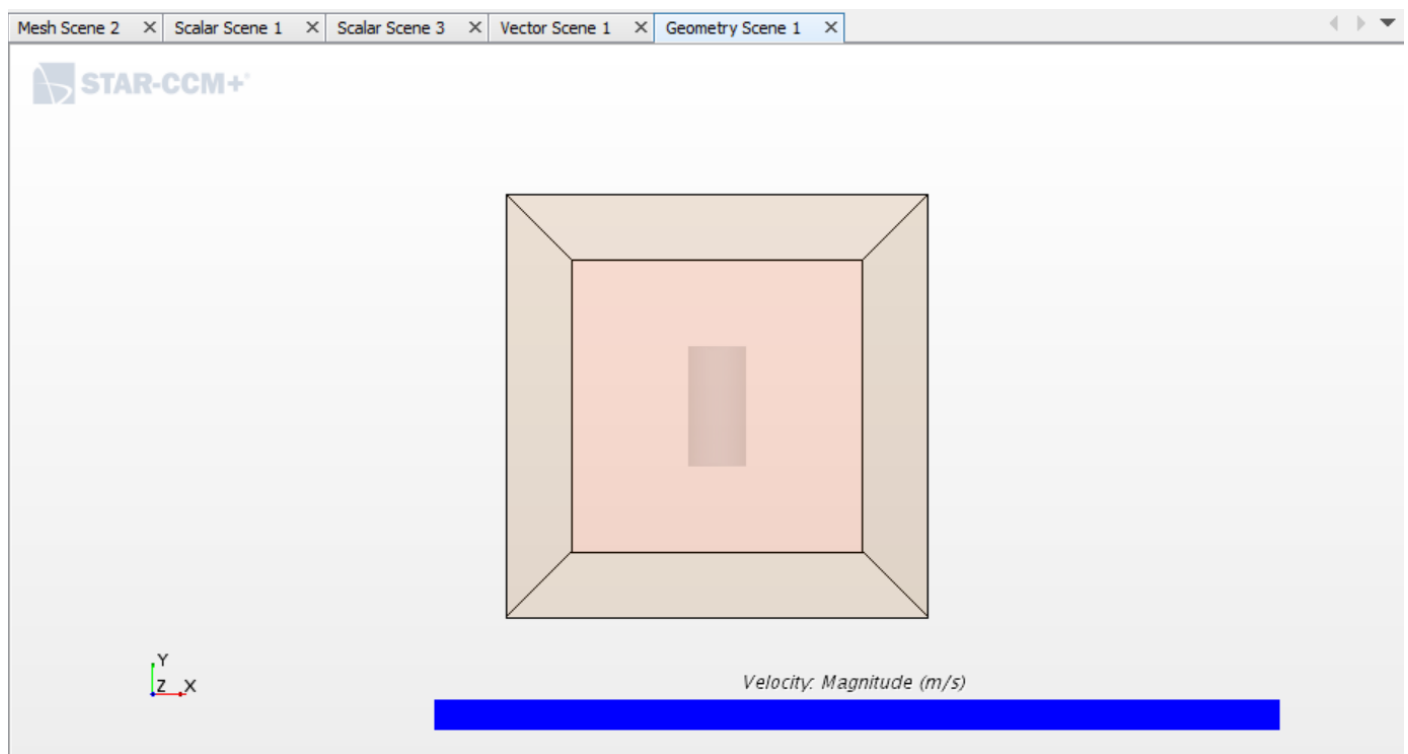
Modéliser la géométrie du cylindre et générer un maillage adéquat pour une simulation précise.

Simuler numériquement l'écoulement d'air autour du cylindre à différentes vitesses.

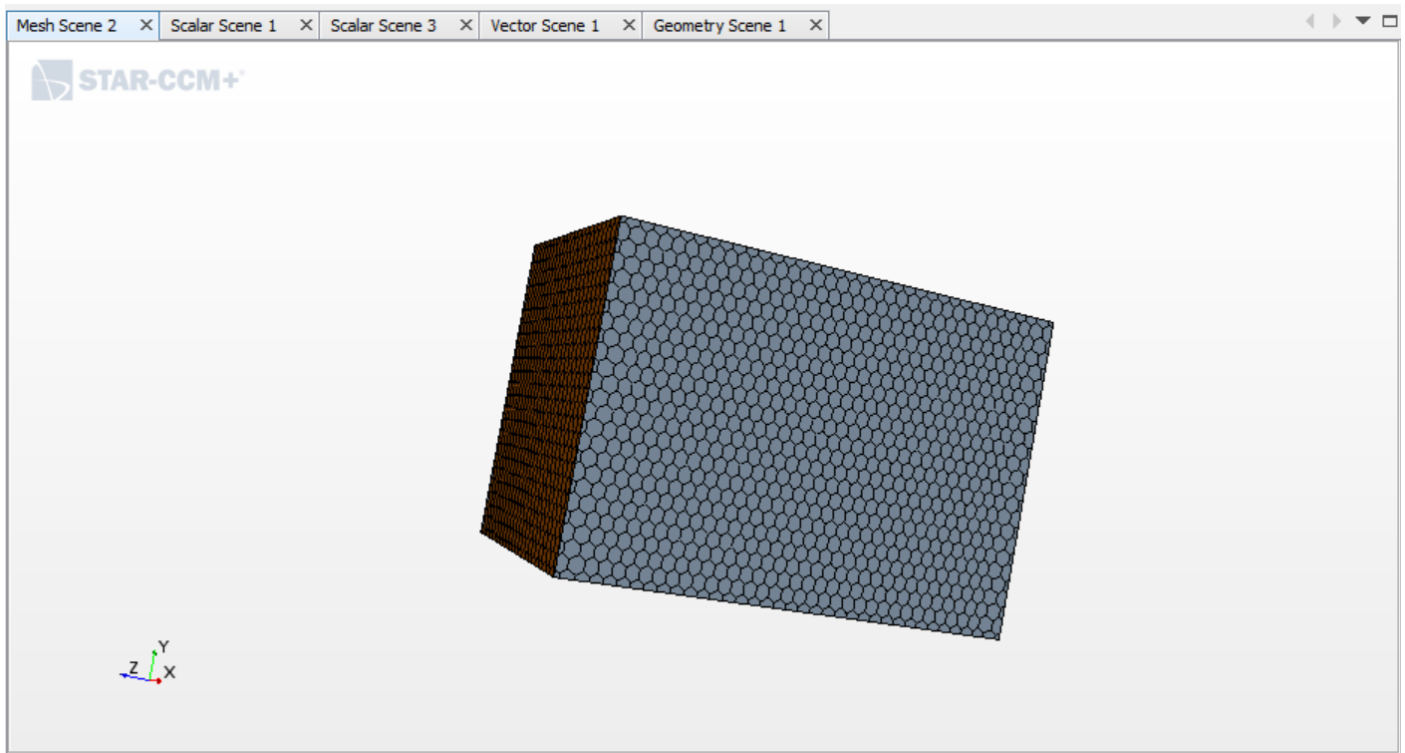
Analyser et interpréter les résultats de la simulation, y compris les contours de vitesse, de pression et les coefficients de portance et de traînée.

Comparer les résultats numériques avec les résultats expérimentaux, si possible.

## I. Géométrie

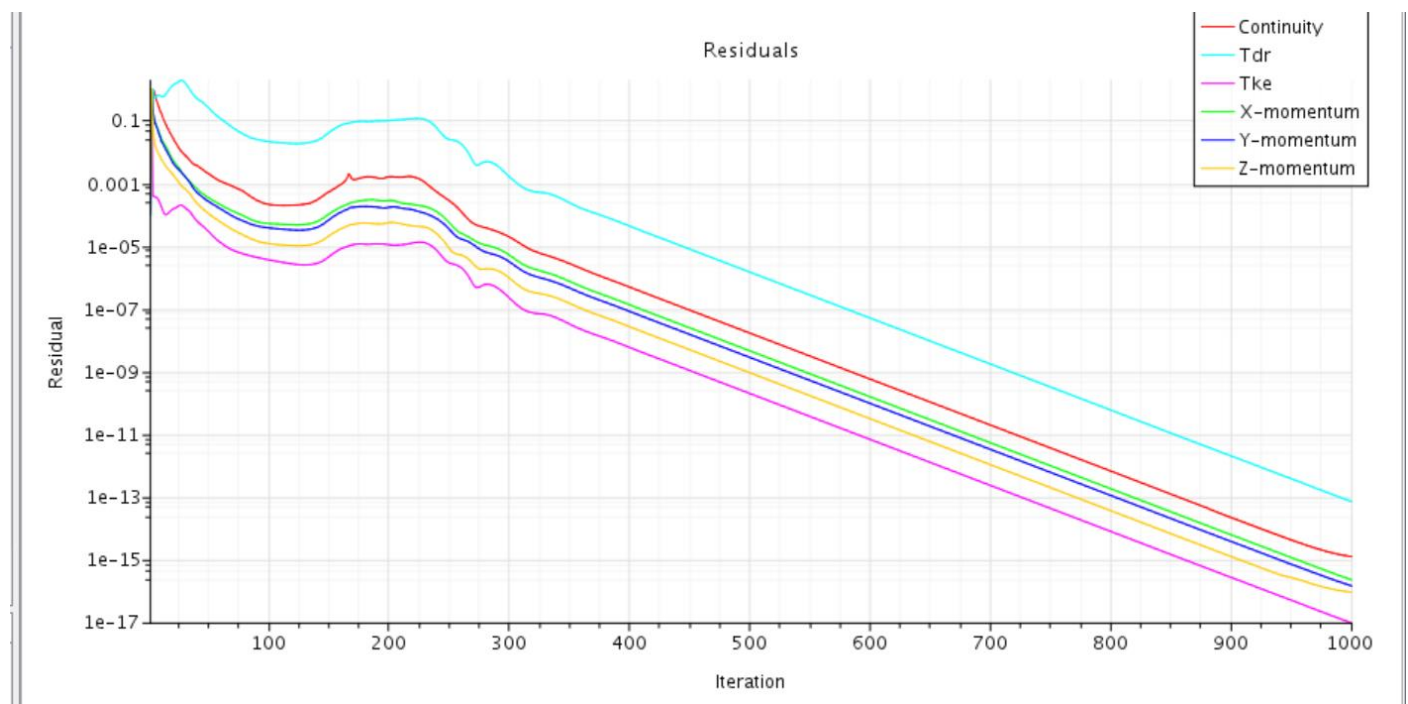


Titre : Géométrie du problème avec cylindre mis à l'évidence



Titre : Image du maillage

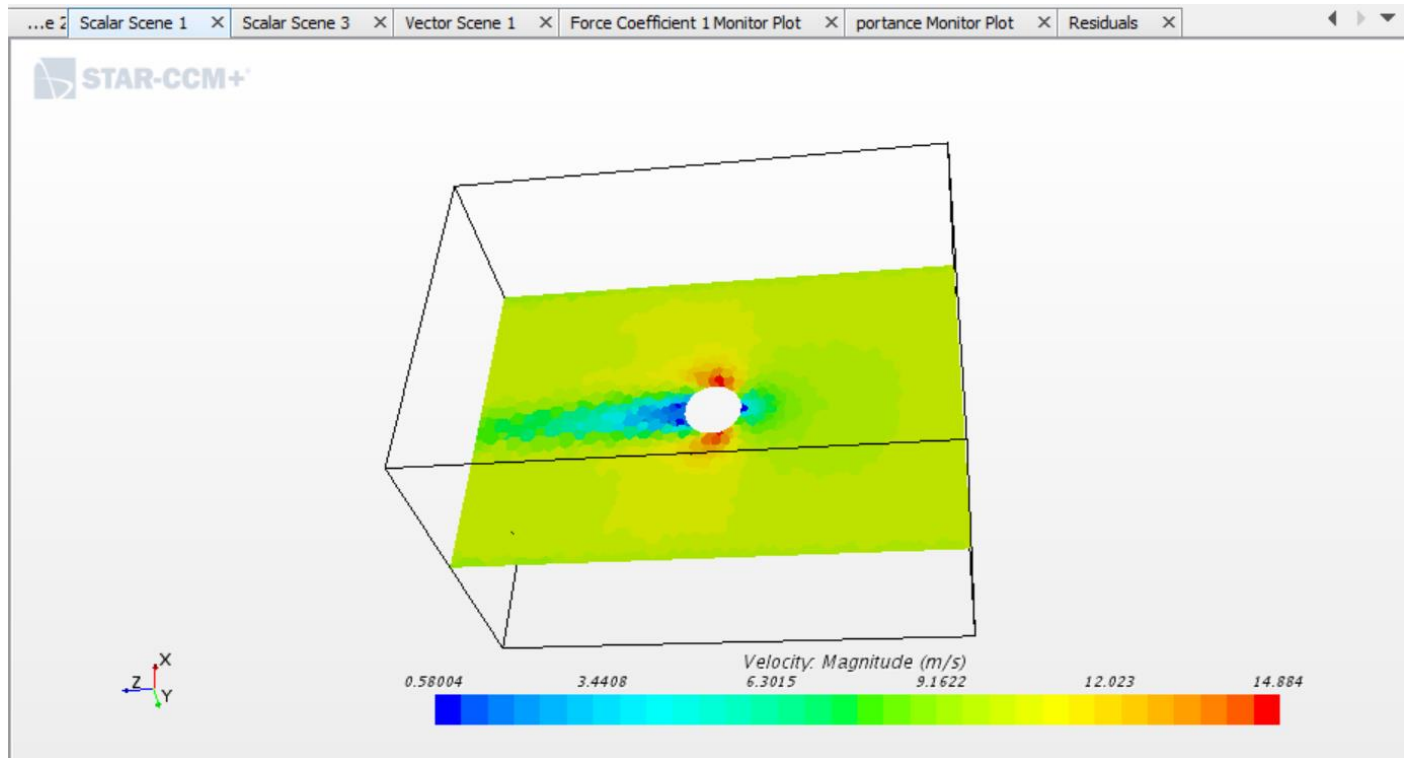
## II. Résultats et interprétations pour $V=10$ m/s



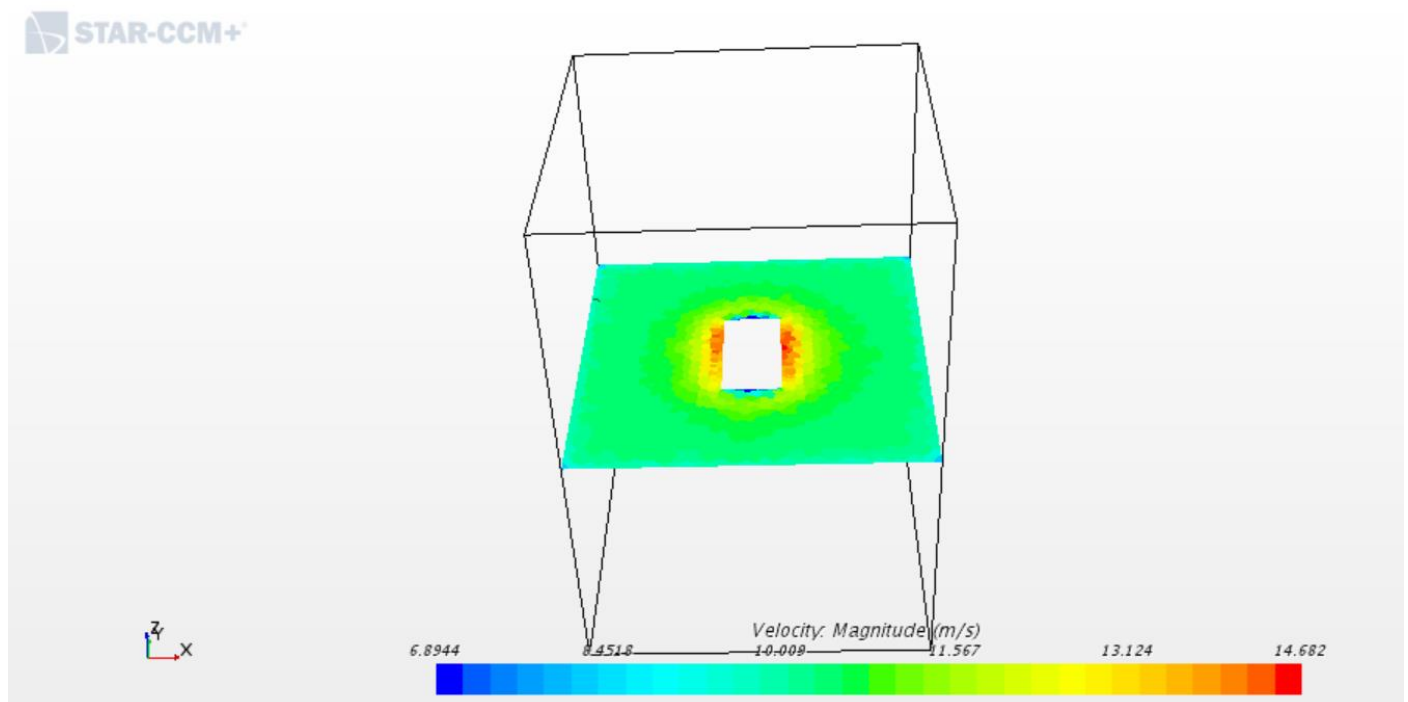
Titre : Image du résidu de calcul

**Interprétation** : La courbe de résidus représente l'erreur relative de la solution calculée en fonction du nombre d'itérations effectuées dans la simulation. En général, plus le nombre d'itérations est élevé, plus la solution est précise et l'erreur est faible.

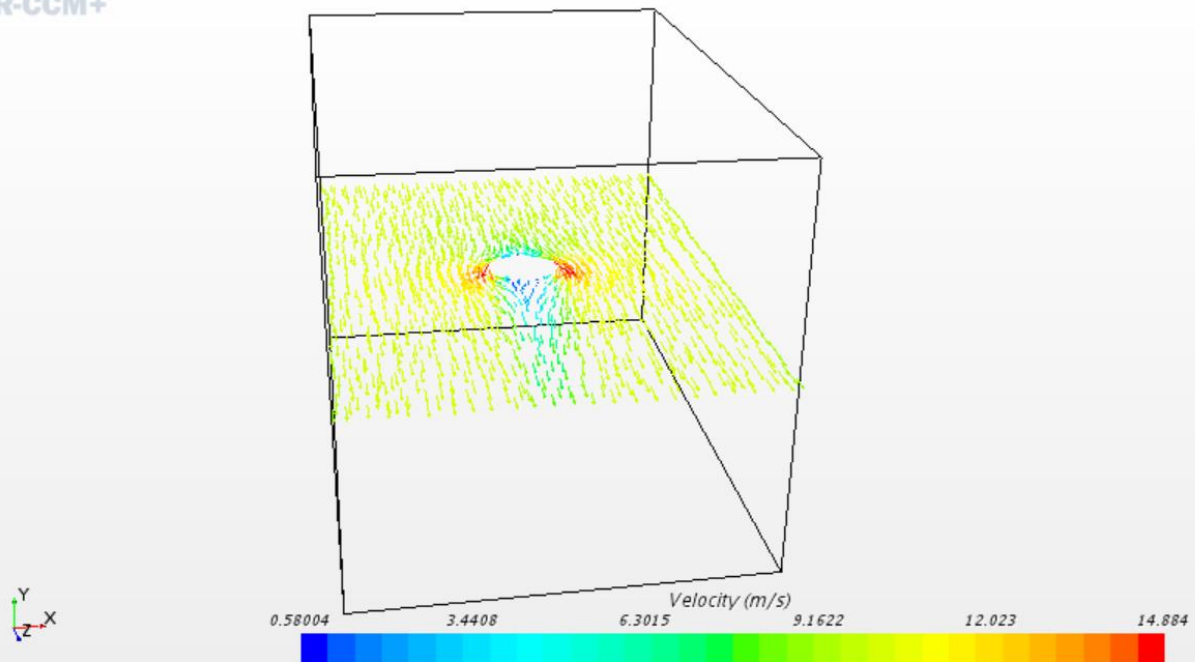
Dans ce cas, la courbe de résidus montre une convergence vers  $1e-15$ , ce qui signifie que la solution calculée est très précise et que l'erreur relative est extrêmement faible. Cela indique également que le nombre d'itérations effectuées est suffisamment élevé pour obtenir une solution précise.



Titre : Contour de vitesse plan horizontale perpendiculaire à y

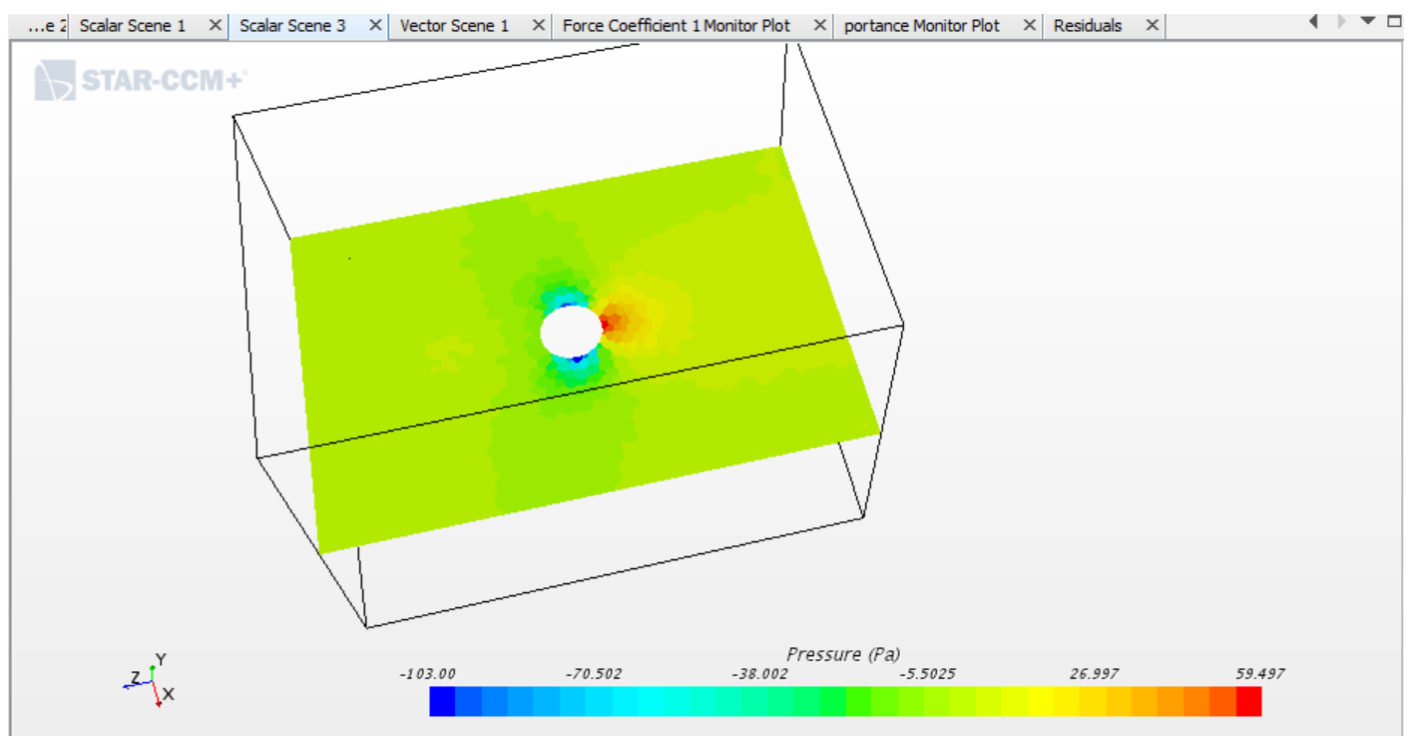


Titre : Contour de vitesse plan vertical perpendiculaire à z

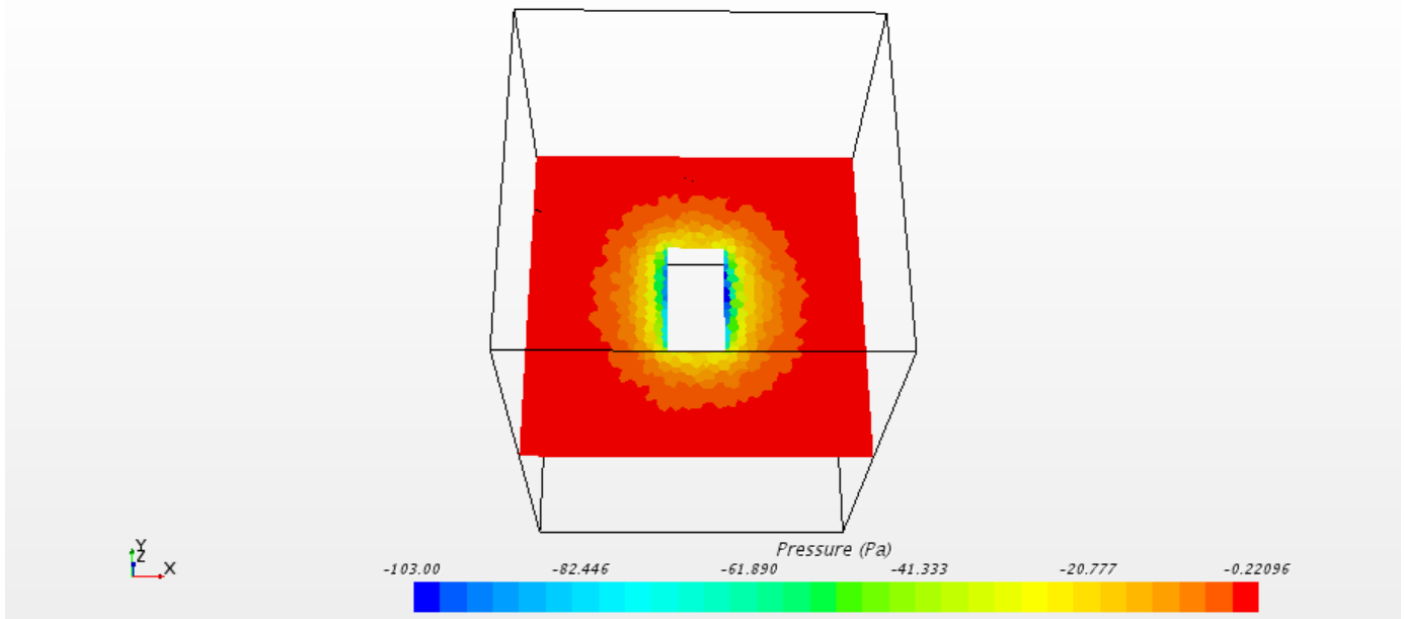


Titre : Champ de vecteur vitesse plan horizontal

**Interprétations** : La courbe de contour de vitesse n'est pas régulière et symétrique, il présente des turbulences la vitesse d'air est donc variable et on arrive même à l'observer sur l'image, nous remarquons que les côtés du cylindre qui font face à l'entrée et à la sortie reçoivent une faible vitesse alors que les deux autres cotés reçoivent une vitesse maximale. En effet, la séparation de flux peut conduire à une diminution de la pression dans une zone donnée, ce qui peut être associé à une baisse de la vitesse de l'air. Lorsque l'écoulement d'air se sépare de la surface d'un objet, cela crée une zone de basse pression à l'arrière de l'objet. Cette baisse de pression peut entraîner une diminution de la vitesse de l'air, qui peut être observée sur la courbe de contour de vitesse. Dans le cas du cylindre, les côtés qui font face à l'entrée et à la sortie reçoivent une faible vitesse en raison de l'effet de séparation de flux qui crée une zone de basse pression à l'arrière de l'objet.

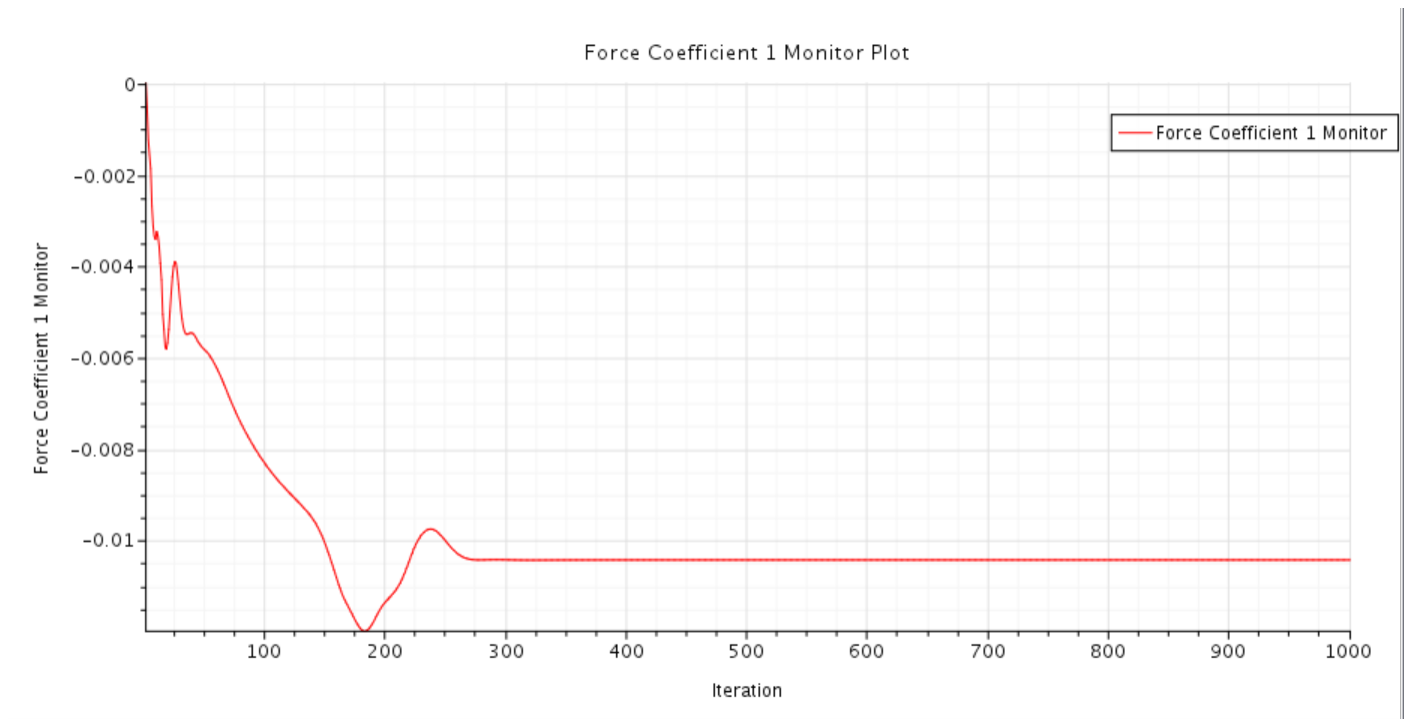


Titre : Contour de pression sur le plan horizontal perpendiculaire à y



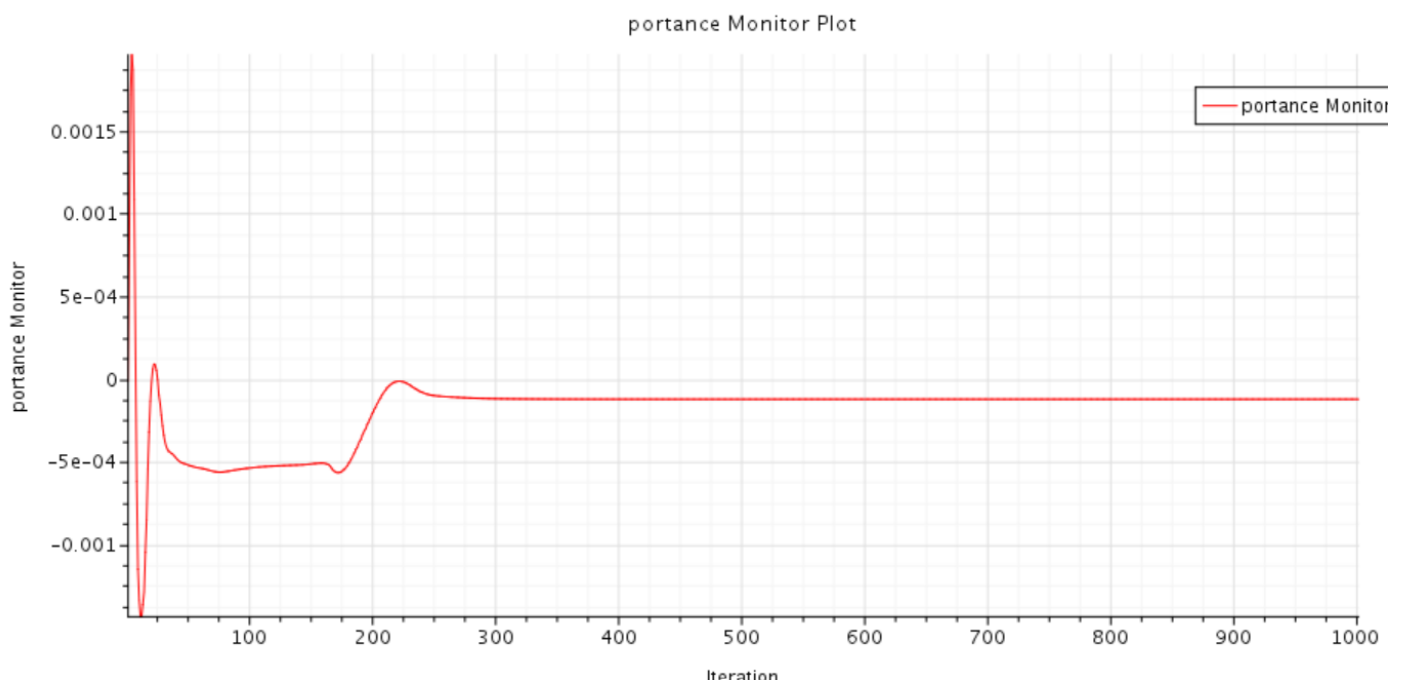
Titre : Contour de pression sur le plan vertical perpendiculaire à z

**Interprétation** : Dans le cas de l'écoulement d'air autour d'un cylindre, la pression varie en fonction de la vitesse de l'air et de la géométrie de l'objet. Lorsque l'air s'écoule autour du cylindre, il doit se déplacer à différentes vitesses en fonction de la forme de l'objet. Cela peut entraîner des variations de la pression sur la surface du cylindre, où les zones de haute pression sont associées à des zones où l'air s'écoule plus lentement, tandis que les zones de basse pression sont associées à des zones où l'air s'écoule plus rapidement. L'effet de séparation de flux mentionné précédemment est un exemple où la pression diminue à l'arrière de l'objet, en raison de l'air qui se sépare de la surface du cylindre. Cette diminution de la pression peut avoir des effets sur l'écoulement de l'air, tels que la formation de tourbillons et de turbulences.



Titre : Courbe du coefficient de traînée en fonction des itérations

**Interprétation** : On lit un coefficient de traînée de 0,01 ceci indique que la traînée exercée sur le cylindre est relativement faible par rapport à ses formes et tailles qui sont soumis à l'écoulement. Cela signifie que le cylindre est bien profilé et que le fluide qui s'écoule autour du cylindre est relativement fluide et peu visqueux.



Titre : Courbe du coefficient de portance en fonction des itérations

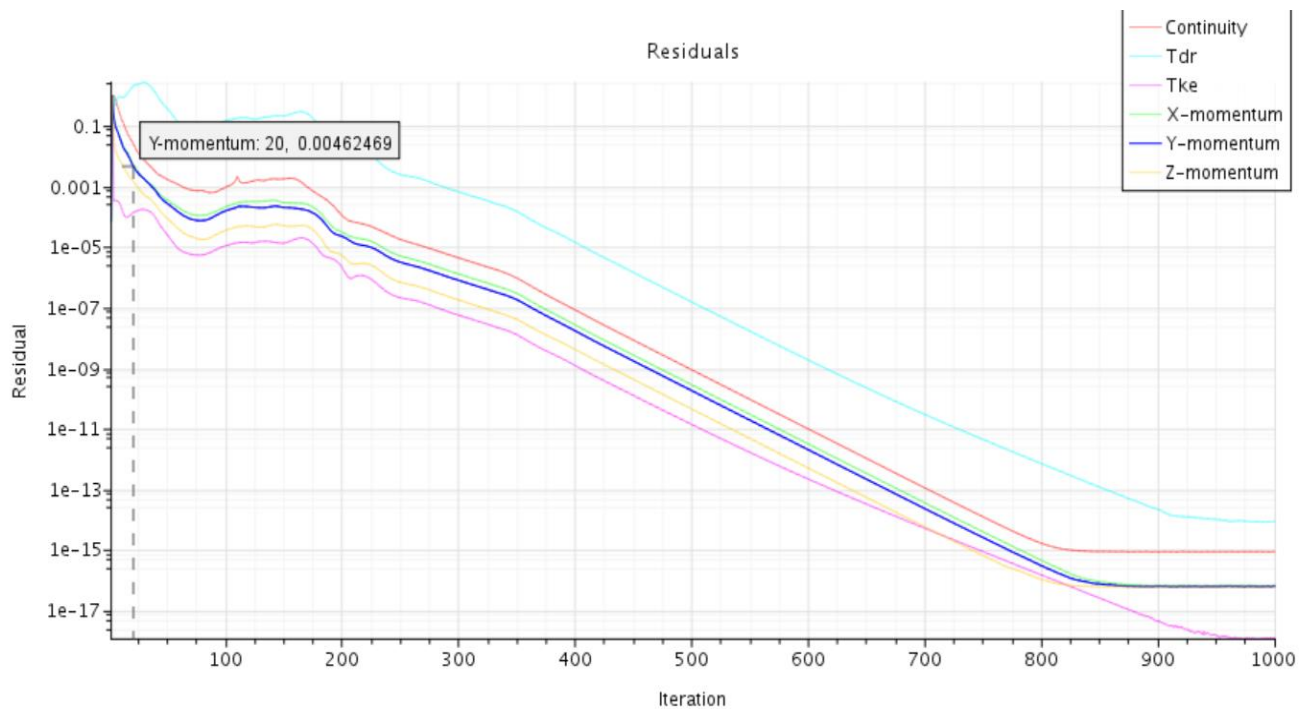
**Interprétation** : Le coefficient de portance est nul, cela signifie que l'écoulement du fluide n'a pas généré de force de sustentation sur l'objet. Cela peut s'expliquer par le fait que : le cylindre n'a pas de profils aérodynamiques qui créent de la portance, la vitesse est assez faible et l'écoulement est turbulent ce qui perturbe le développement de la portance.

Valeurs des coefficients :

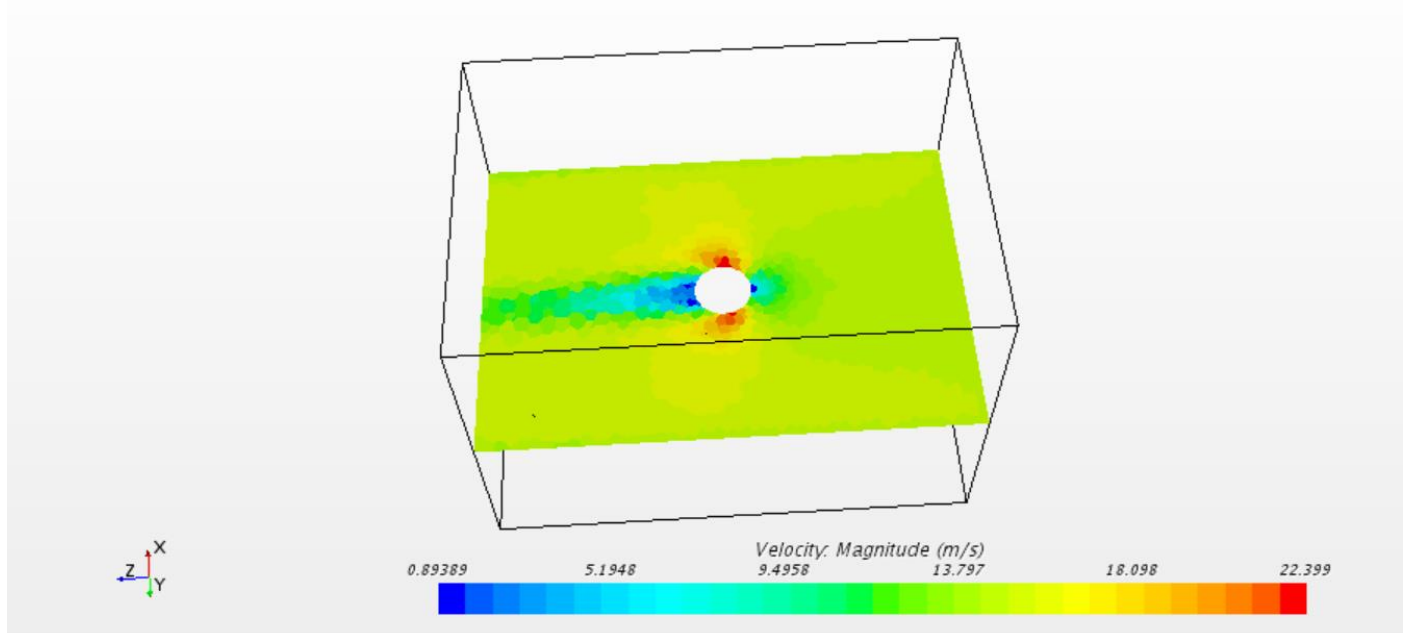
Portance : 0.0001186

Trainée : 0.104237

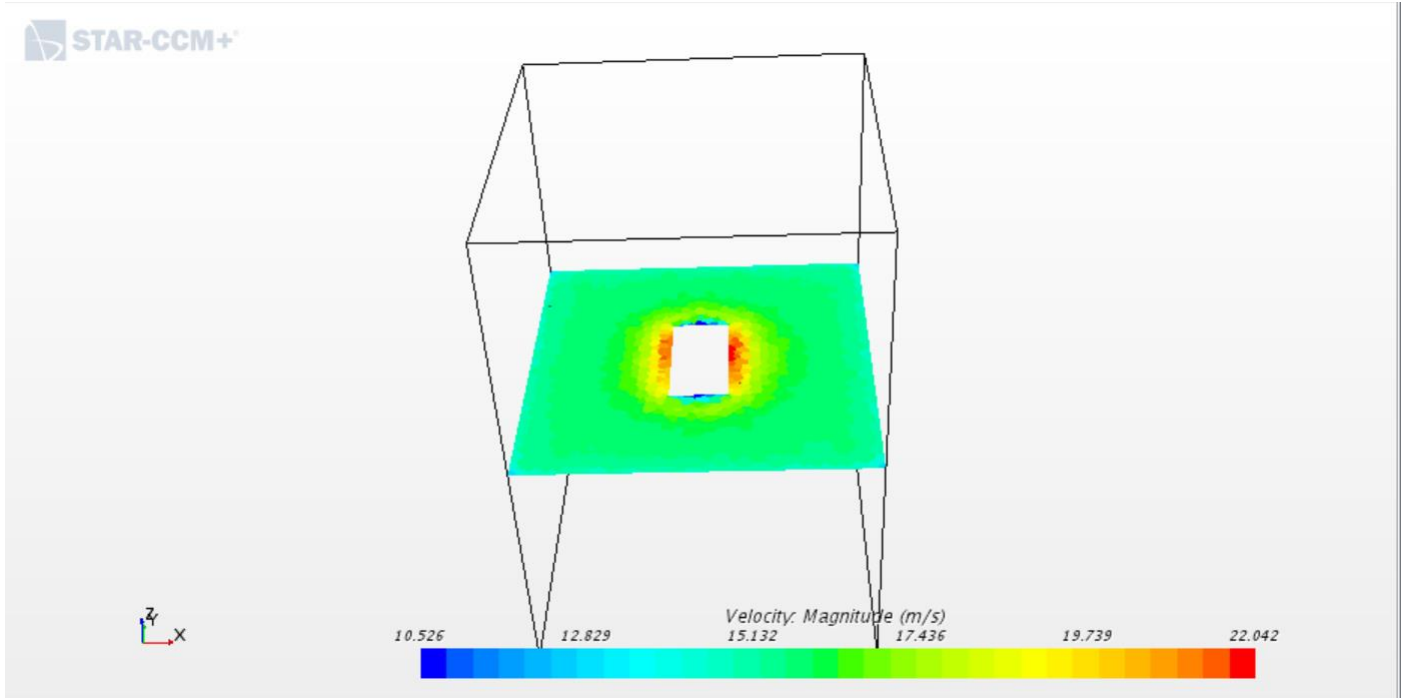
### III. Résultats V=15 m/s



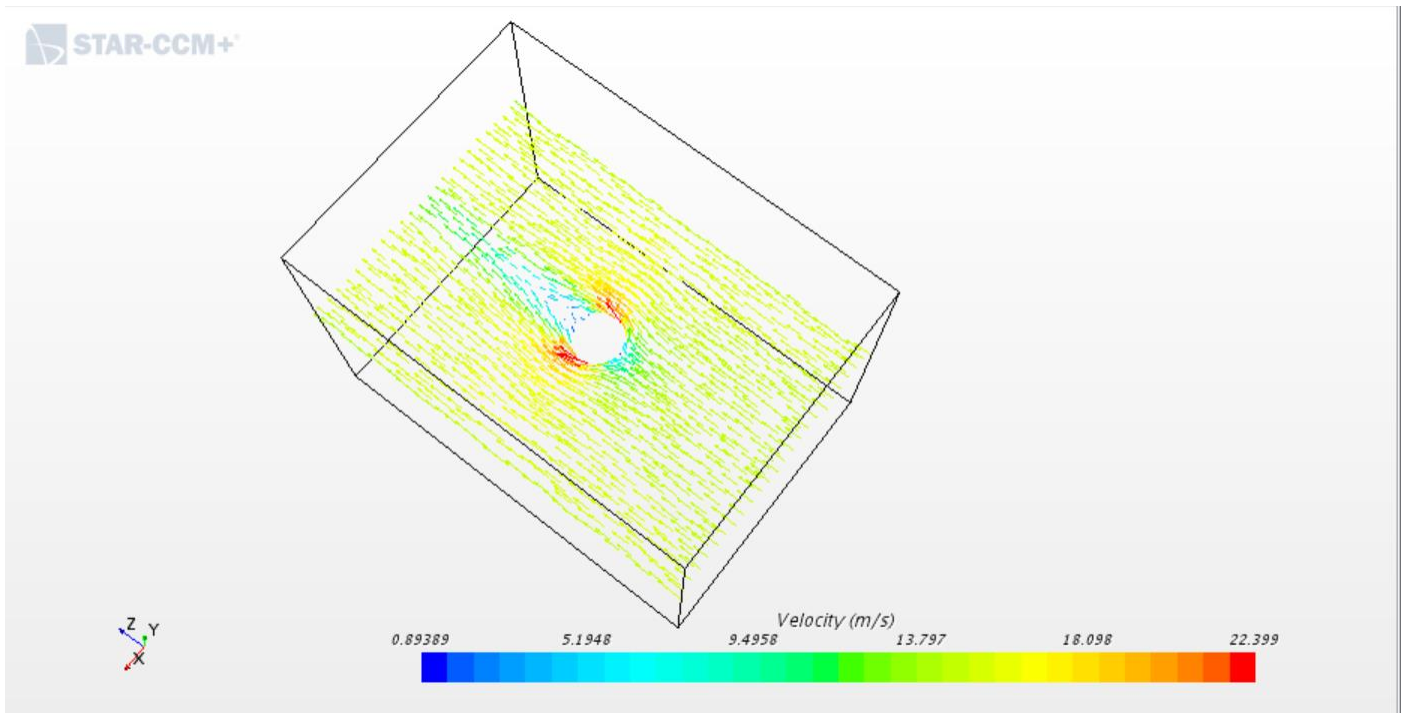
Titre : Image du résidu de calcul



Titre : Contour de vitesse plan horizontale perpendiculaire à y

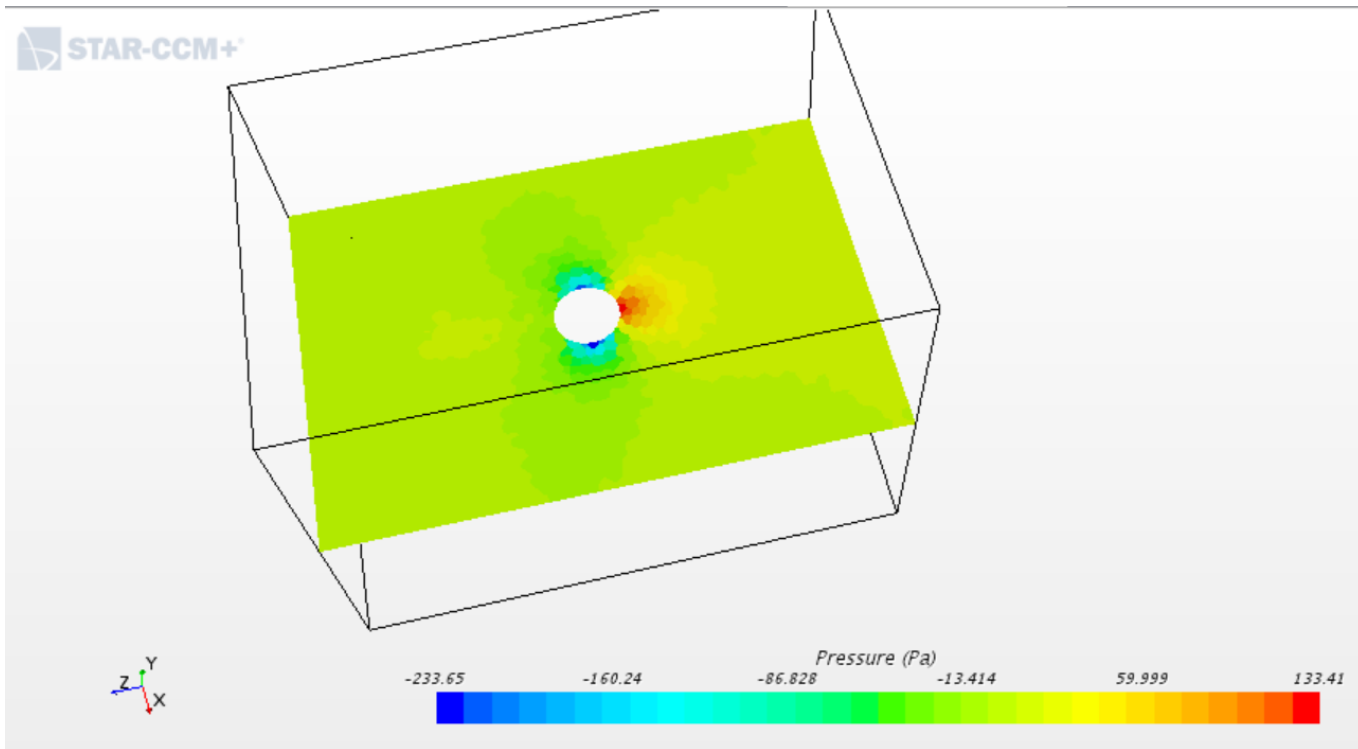


Titre : Contour de vitesse plan vertical perpendiculaire à z

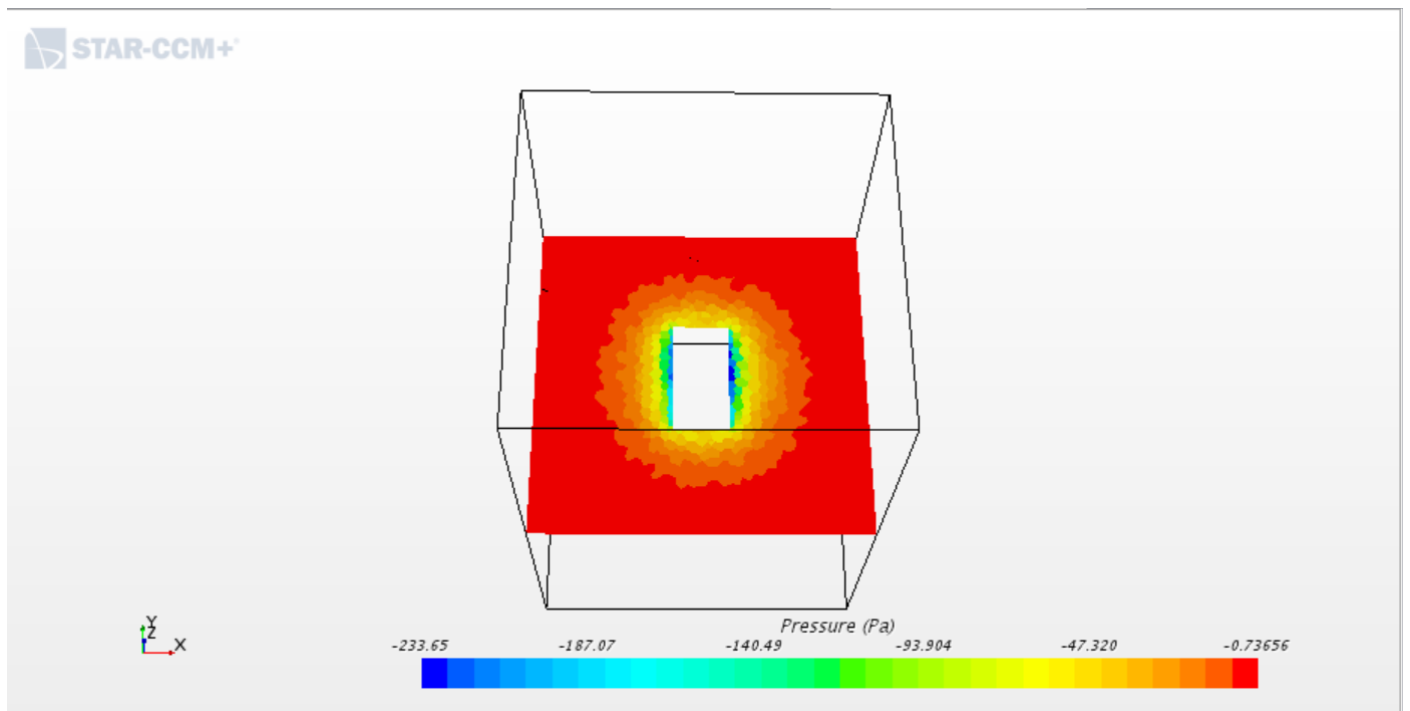


Titre : Champ de vecteur vitesse plan horizontal

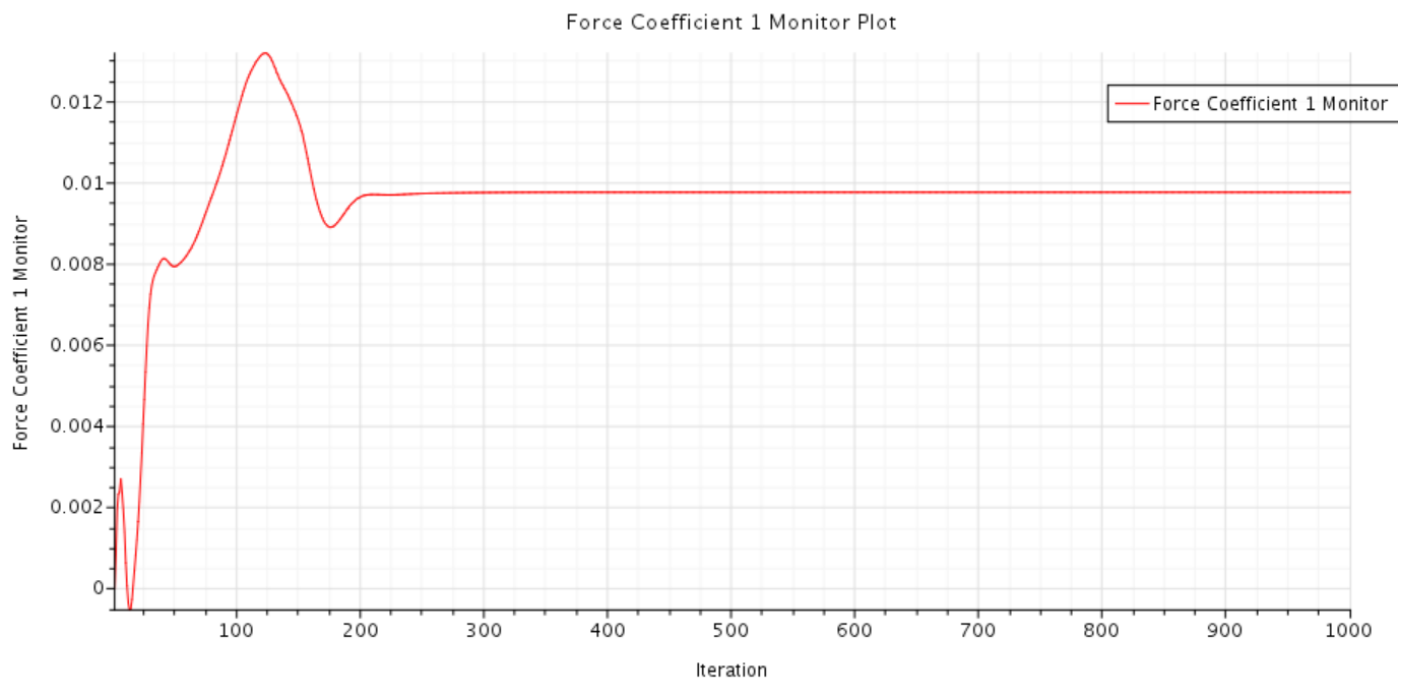




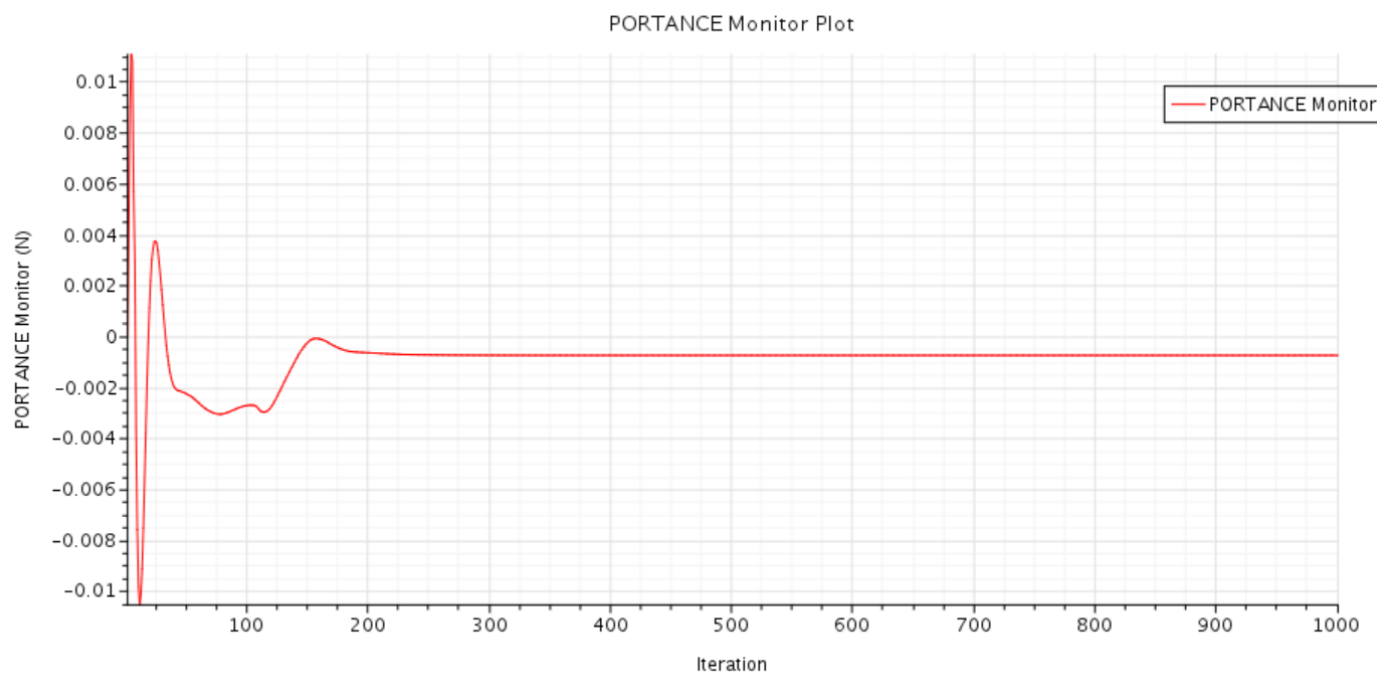
Titre : Contour de pression sur le plan horizontal perpendiculaire à y



Titre : Contour de pression sur le plan vertical perpendiculaire à z



Titre : Courbe du coefficient de trainée en fonction ces itérations



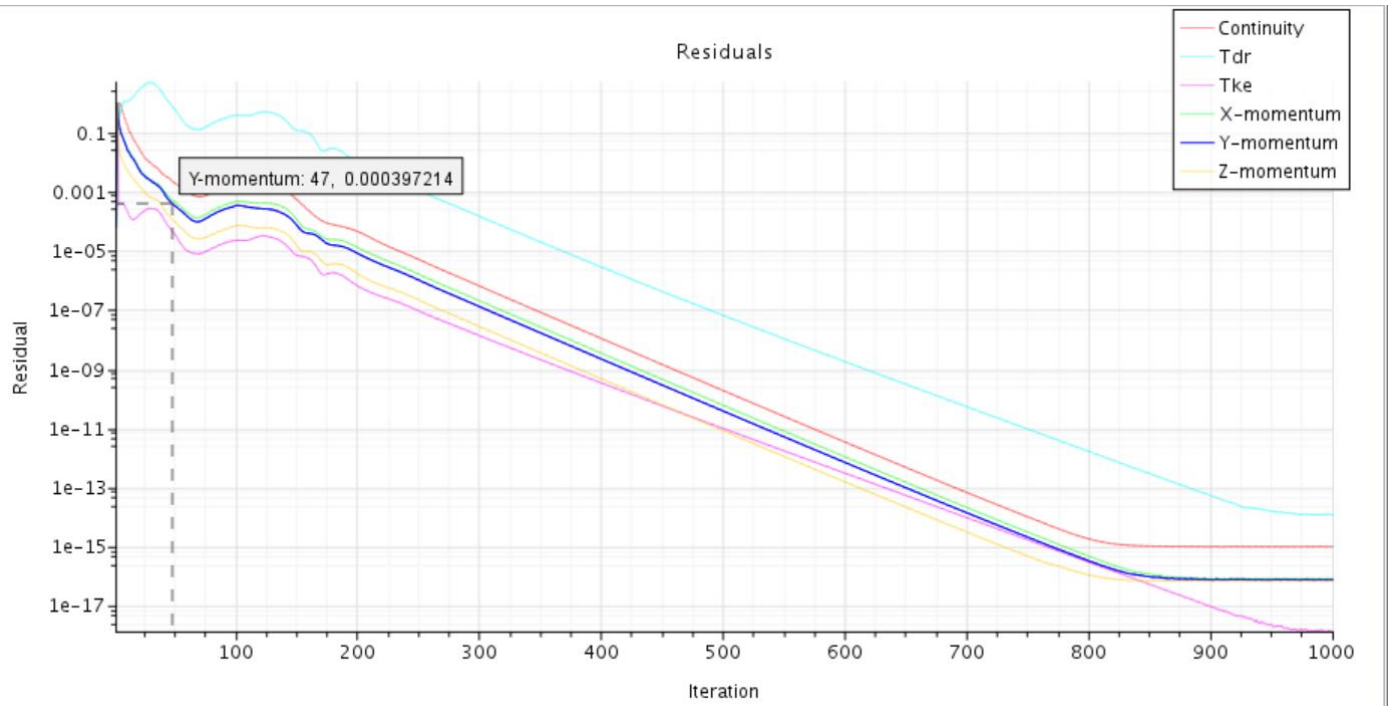
Titre : Courbe du coefficient de portance en fonction des itérations

**Valeurs des coefficients :**

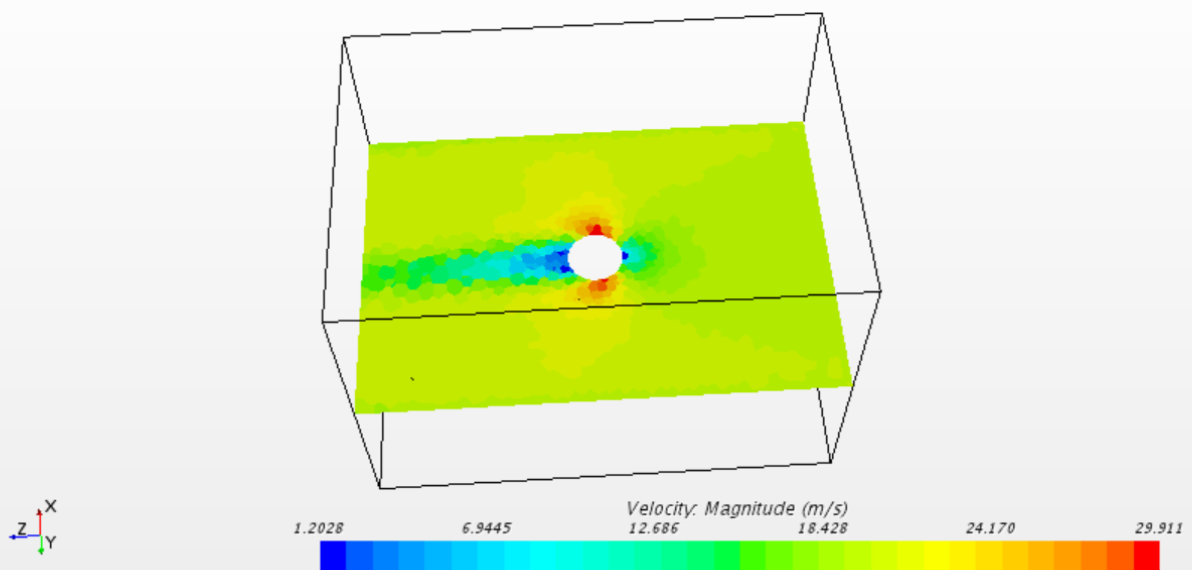
Portance :0.000749

Trainée :0.00975

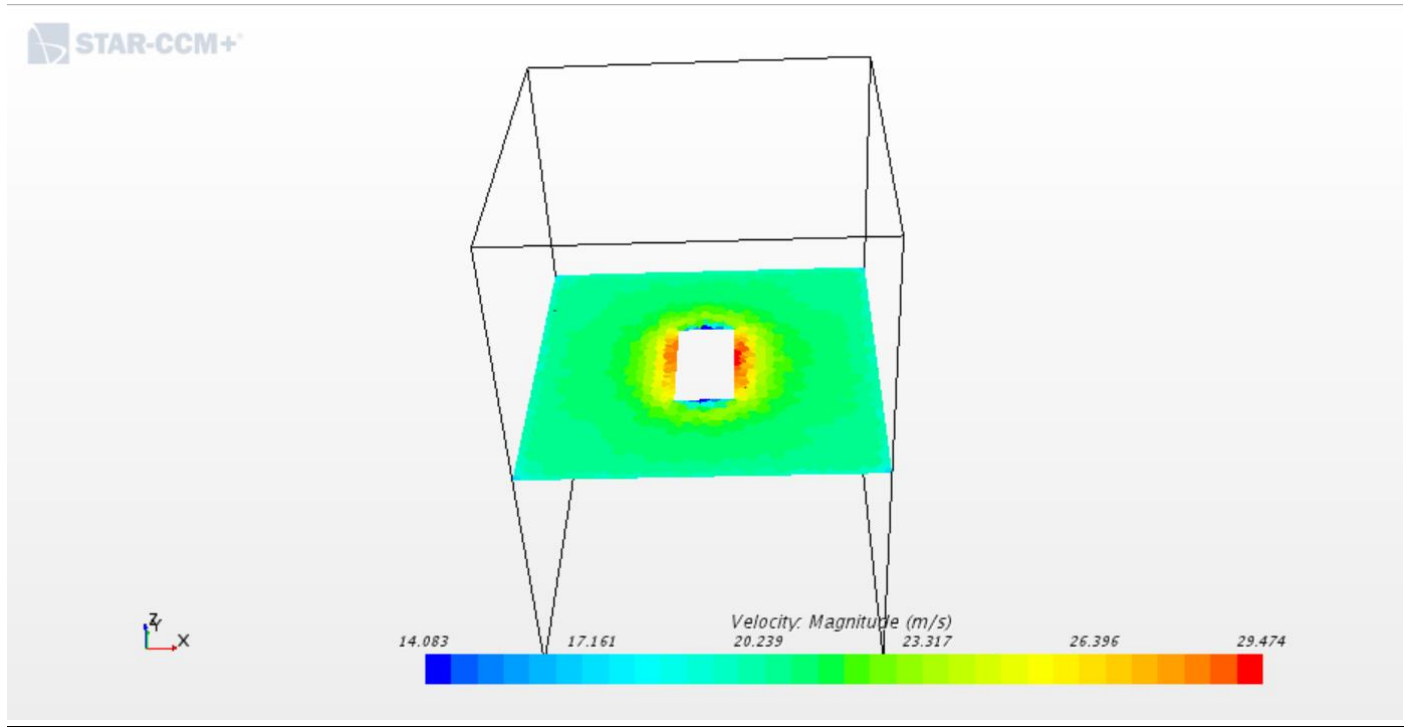
#### IV. Résultats pour $V=20\text{m/s}$



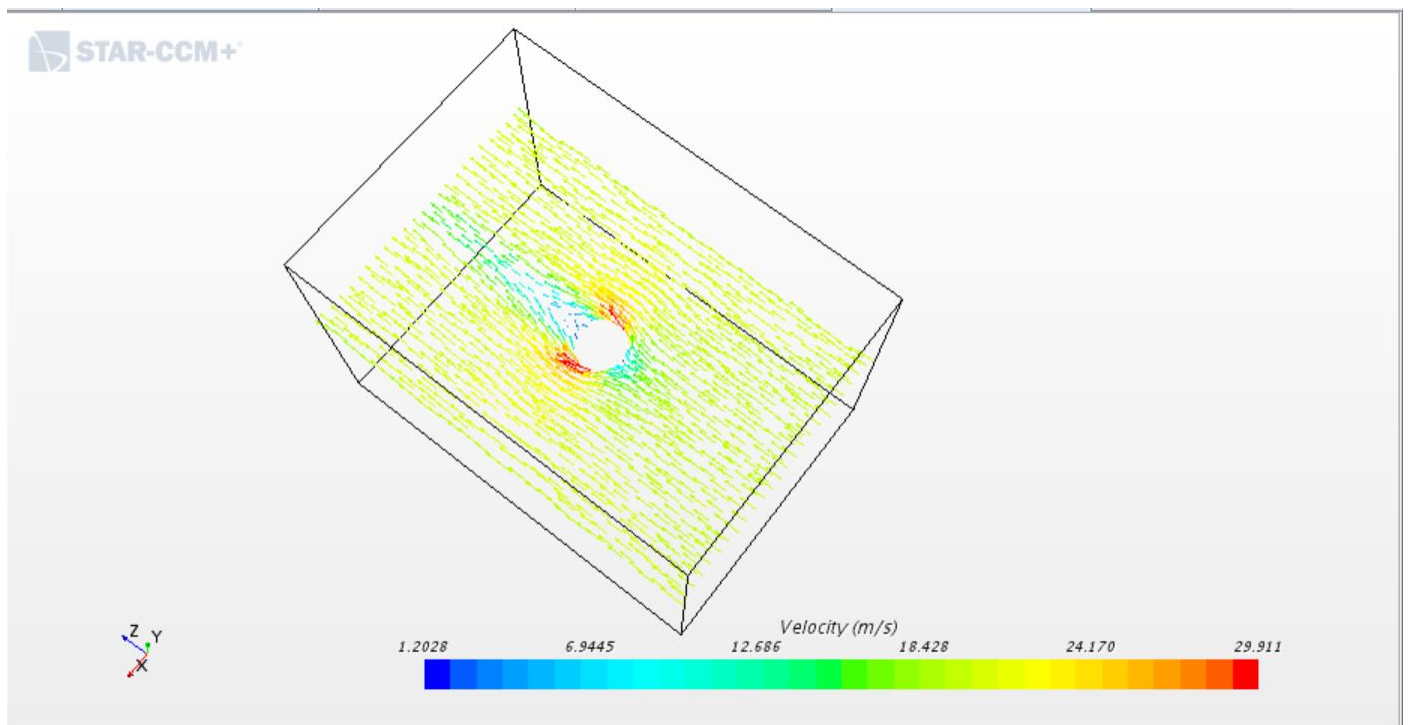
Titre : Image du résidu de calcul



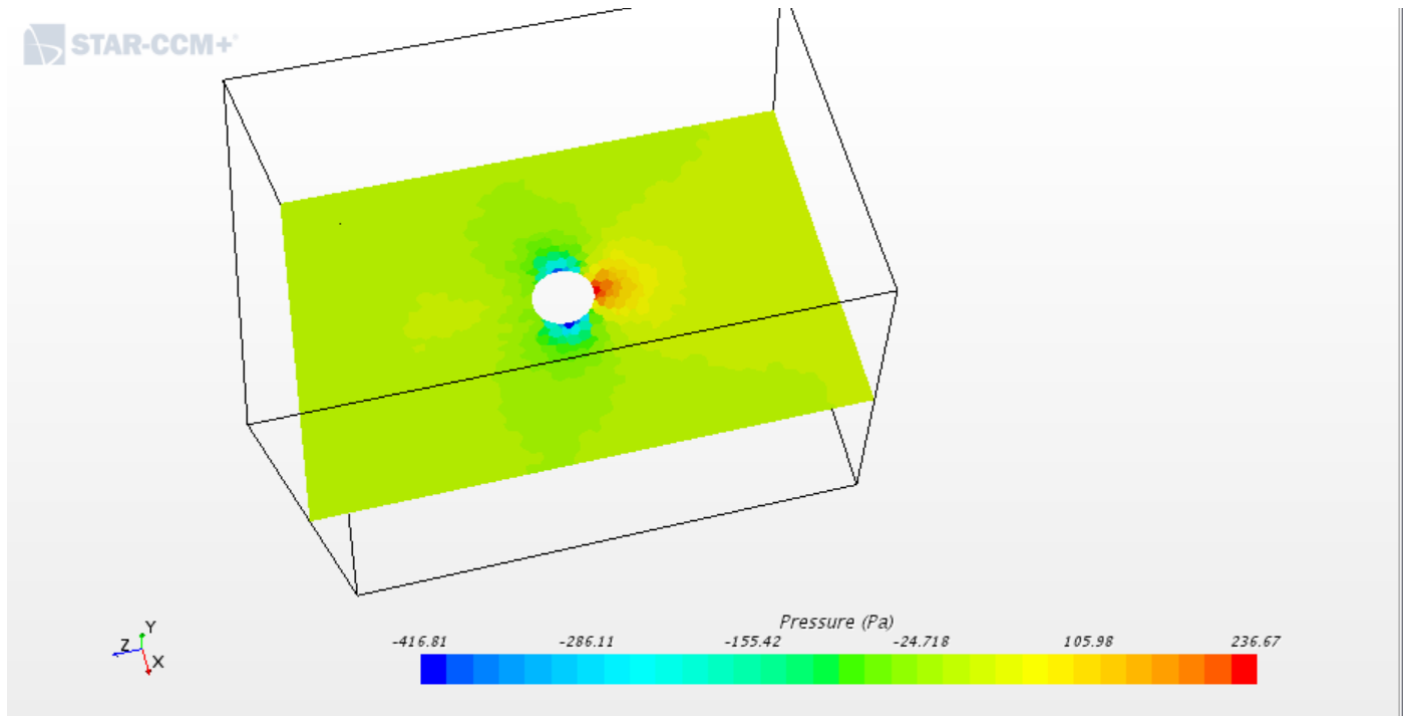
Titre : Contour de vitesse plan horizontal perpendiculaire à y



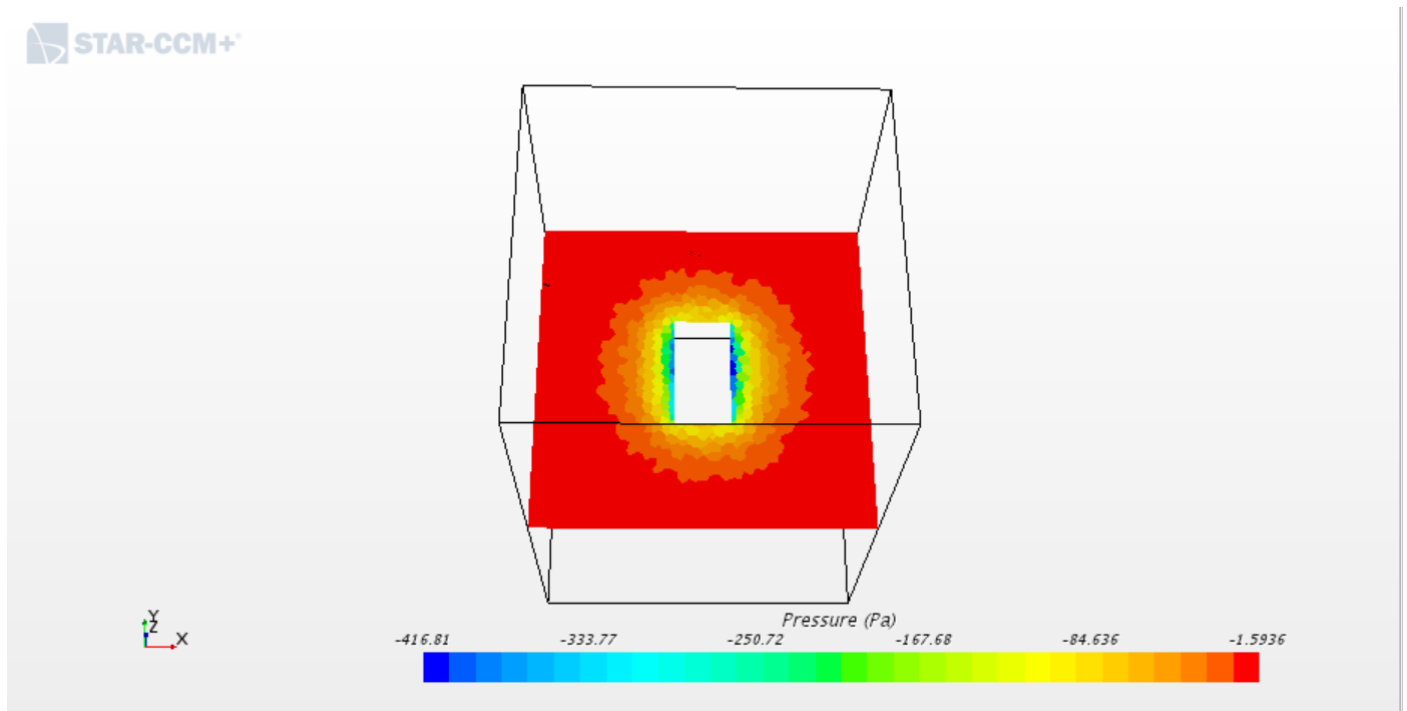
Titre : Contour de vitesse plan vertical perpendiculaire à z



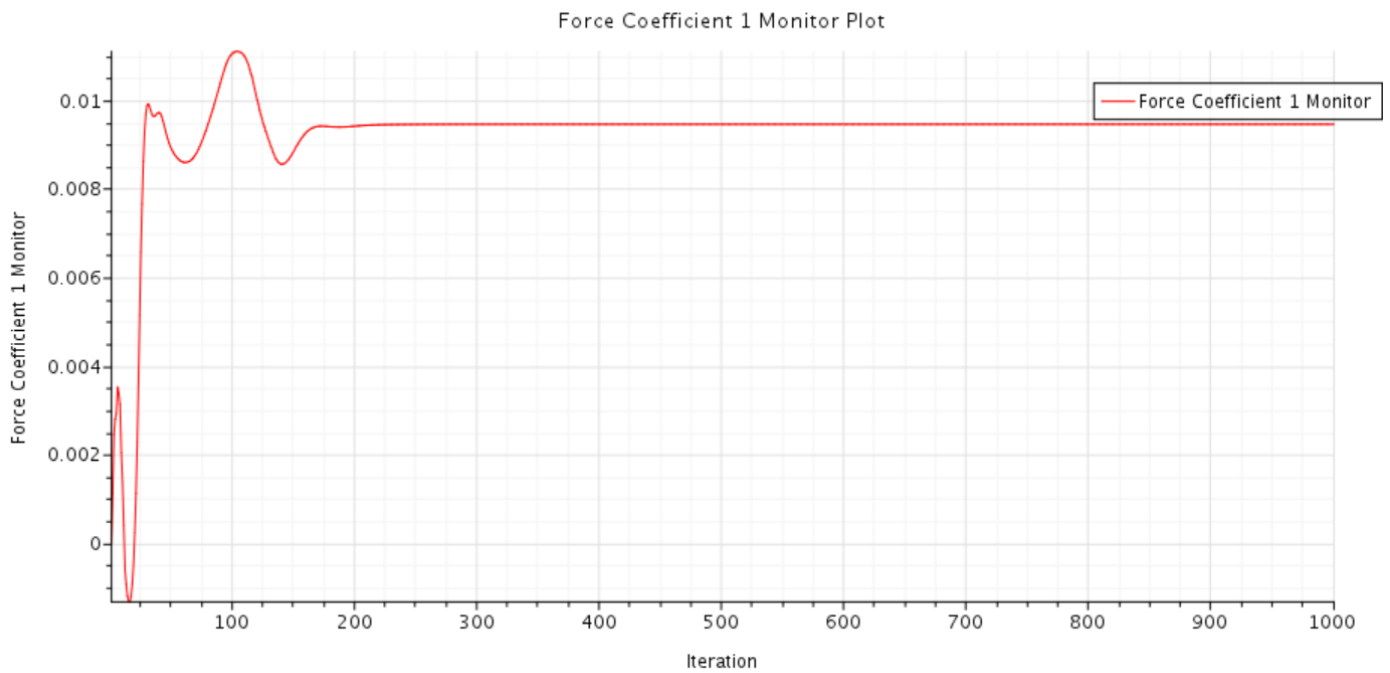
Titre : Champ de vecteur vitesse plan horizontal



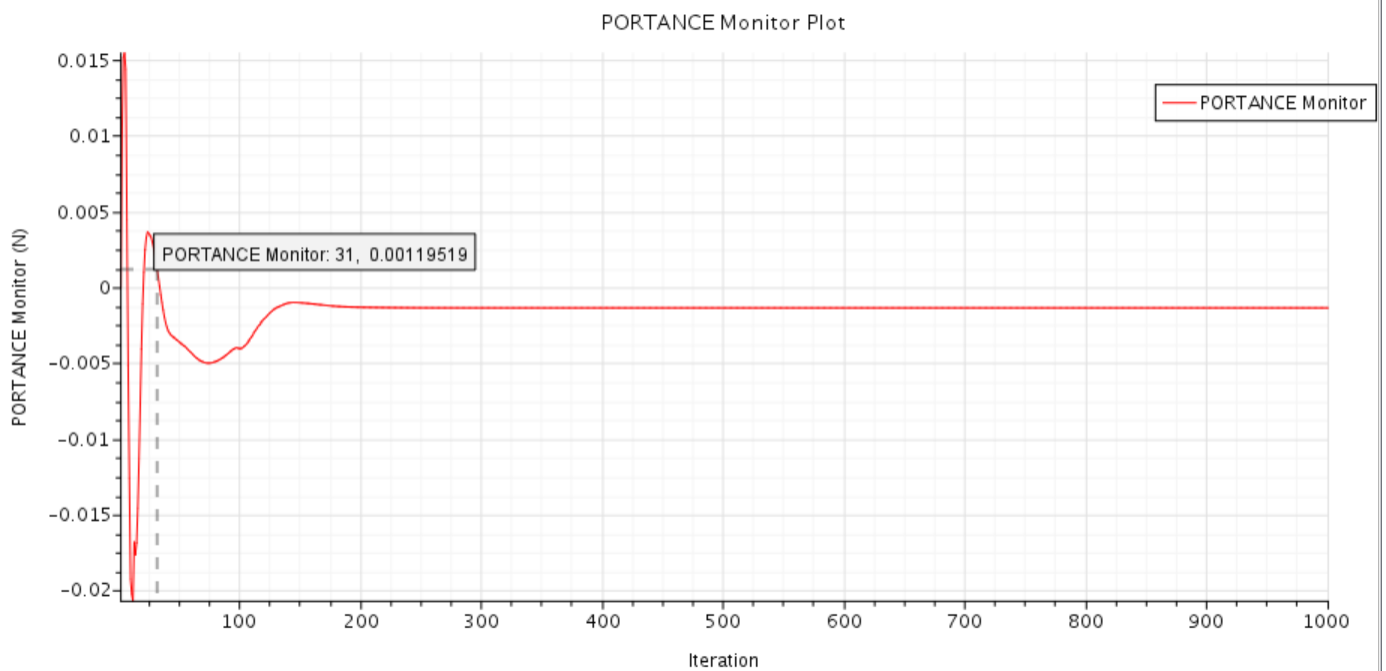
Titre : Contour de pression sur le plan horizontal perpendiculaire à y



Titre : Contour de pression sur le plan vertical perpendiculaire à z



Titre : Courbe du coefficient de trainée en fonction des itérations



Titre : Courbe du coefficient de portance en fonction des itérations

**Valeurs des coefficients :**

Portance :0.0013

Trainée :0.00946

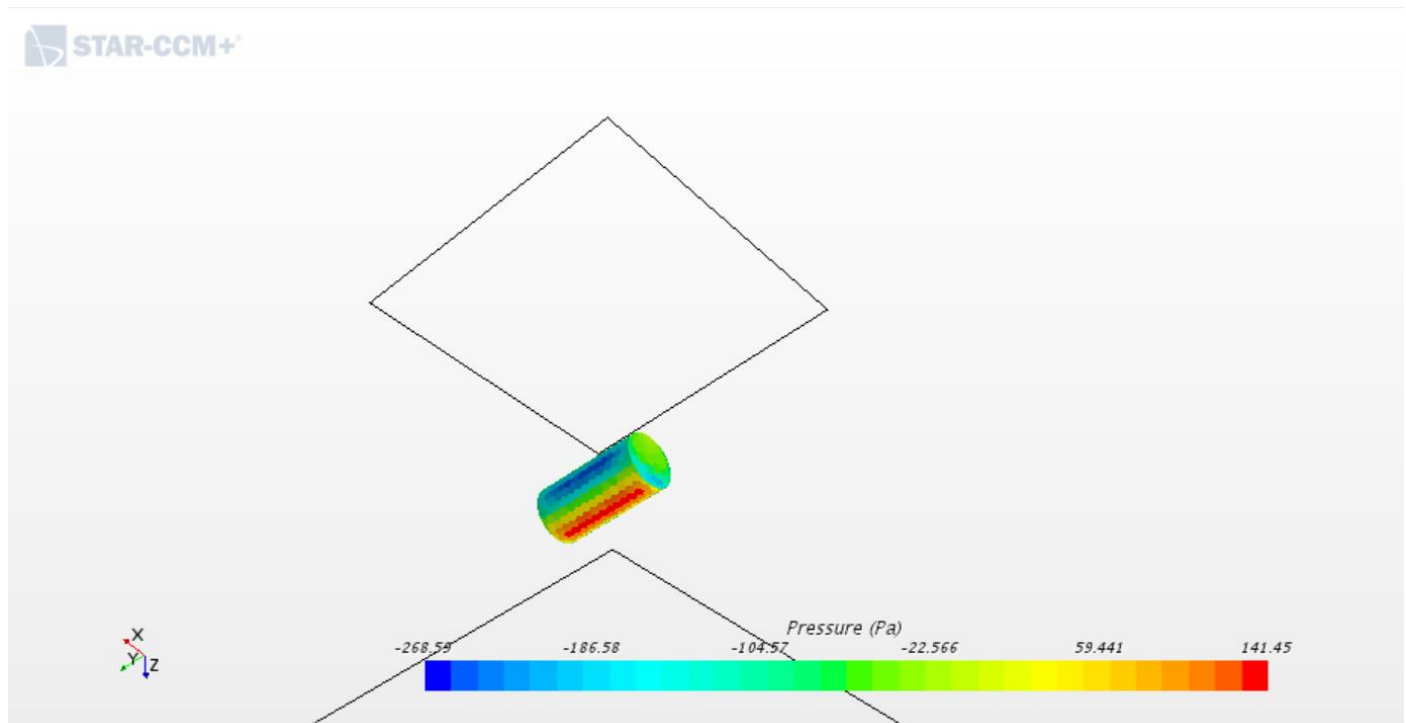
## V. Interprétations globales en fonction des vitesses

L'augmentation de la vitesse qui passe de 10 m/s puis 15m/s et enfin 20 m/s a des effets sur le comportement de l'écoulement autour de notre cylindre.

On constate d'abord que l'erreur relative diminue quand la vitesse augmente avec le même nombre d'itérations pour V1 on en était à  $1 \text{ e-}15 \text{ m/s}$  pour v2 un peu moins et pour V3= $5.05 \text{ e-}16 \text{ m/s}$  nos solutions sont donc plus précises. Pour le comportement de la pression autour du cylindre on observe les mêmes répartitions plus moins accentués. Le changement qui tape le plus à l'œil est celui des coefficients de portance et de traînée la vitesse. Voici quelques-unes des interprétations possibles sur les changements les plus remarquables qui ont été observés.

- Pression : L'augmentation de la vitesse de l'écoulement a entraîné une diminution de la pression statique sur l'objet alors aérodynamiquement on s'attend à une sustentation autrement dit une portance ce qui n'est pas faux vu que le coefficient de portance a augmenté légèrement.
- Coefficient de traînée : L'augmentation de la vitesse de l'écoulement a entraîné une diminution du coefficient de traînée au fur et à mesure. Cela peut s'expliquer par l'effet de la diminution de la pression sur l'objet, qui réduit la force de résistance du fluide sur la surface du cylindre. Cependant, il est important de noter que cette diminution de la traînée peut ne pas être proportionnelle à l'augmentation de la vitesse de l'écoulement car elle dépend fortement de la géométrie de l'objet.
- Coefficient de portance : L'augmentation de la vitesse de l'écoulement peut avoir des effets variables sur le coefficient de portance, en fonction de la conception de l'objet et des conditions d'écoulement. Une augmentation de la vitesse peut entraîner une diminution de la pression sur la surface supérieure de l'objet, ce qui peut réduire la force de portance. Cependant, ici l'objet est conçu avec un profil aérodynamique plus ou moins adapté raison pour laquelle nous constatons une augmentation du coefficient de trainée bien que moindre.

## VI. Contour de pression sur la paroi du cylindre



## **Conclusion**

En conclusion, ce TP a permis de mieux comprendre les principes fondamentaux de la simulation numérique des écoulements d'air autour d'un cylindre. Les résultats de la simulation ont fourni des informations utiles sur les caractéristiques de l'écoulement d'air autour du cylindre à différentes vitesses. La comparaison avec les résultats expérimentaux aurait été souhaitable, mais cela n'a pas été possible dans le cadre de ce TP car j'ai plus en mémoire les valeurs elles étaient cependant du même ordre de grandeur et le comportement du cylindre défini par notre simulation était le même.