

Influence des différentes formes de winglets sur l'écoulement autour d'une aile d'avion

Présenté par l'étudiant : Ahmed ZEKKOUR
Proposé et dirigé par : Dr. Laïd MESSAOUDI

Université de BATNA 2
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique
Spécialité : Technologie de l'Aéronautique

Soutenu le 23 juin 2016

Plan de Présentation

- 1 Introduction et objectifs
- 2 Winglets
 - Forces Aérodynamiques
 - Demonstration Graphique
- 3 Conception et Maillage
 - Différentes formes étudiés
 - Domaine et Volumes
- 4 Résultats
 - Coefficients
 - Lignes de Courant
 - Vorticité
 - Q-Criterion

introduction et objectifs

Les winglets sont des petites ailettes ajoutées à l'extrémité des ailes d'avions dans le but d'améliorer les performances sans trop augmenter les efforts sur leur structure. Leur utilisation est particulièrement recommandée dans les cas où l'envergure doit être limitée par des contraintes structurales ou autres. Par ailleurs, les winglets présentent l'avantage d'améliorer la stabilité du vol. Elles peuvent aussi être envisagées comme dispositifs annexes à ajouter à des avions anciens pour améliorer leurs performances sans que cela entraîne un chantier coûteux et sans que cela remette en cause les structures existantes.



introduction et objectifs

L'objectif de notre étude est de simuler l'écoulement turbulent autour d'ailes d'avions, pendant la phase de décollage correspondant à un angle d'attaque de 8° , munies de différents types de winglets. Nous utiliserons plusieurs configurations de winglets et nous comparerons les résultats au cas d'une aile sans winglet. Nous utiliserons successivement les logiciels « Ansys Design Modeler » pour la conception de ces winglets puis « StarCCM+ » pour le maillage et la simulation des champs cinématiques et dynamiques des différentes configurations. Le modèle de turbulence que nous utiliserons est celui de Spallar-Almaras afin de comparer les résultats à notre article de référence



Trainée

Définition

les winglets sont un excellent moyen de diminuer la traînée induite en minimisant les efforts sur la structure de l'aile.

Equation

$$C_D = C_{D0} + C_{D_{ind}}$$

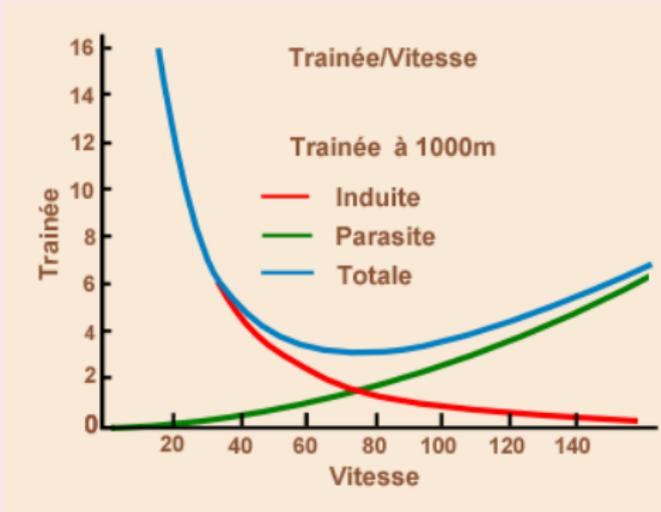
C_D : Trainée

C_{D0} : Trainée Parasite

$C_{D_{ind}}$: Trainée Induite

Trainée

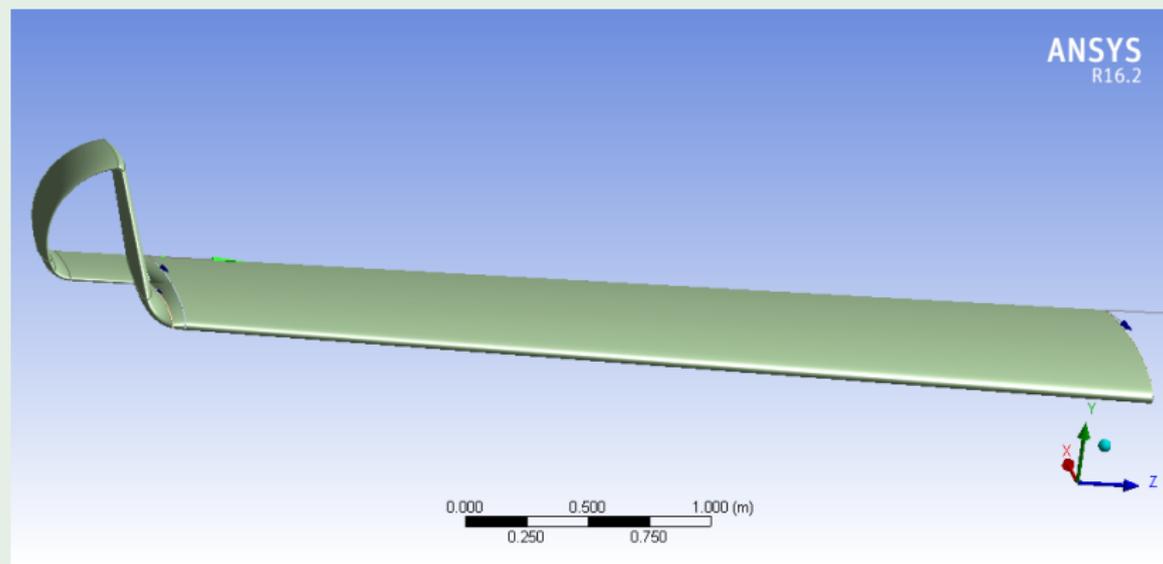
Graphe représentant la trainée en fonction de la vitesse



Graphe représentant la trainée en fonction de la vitesse

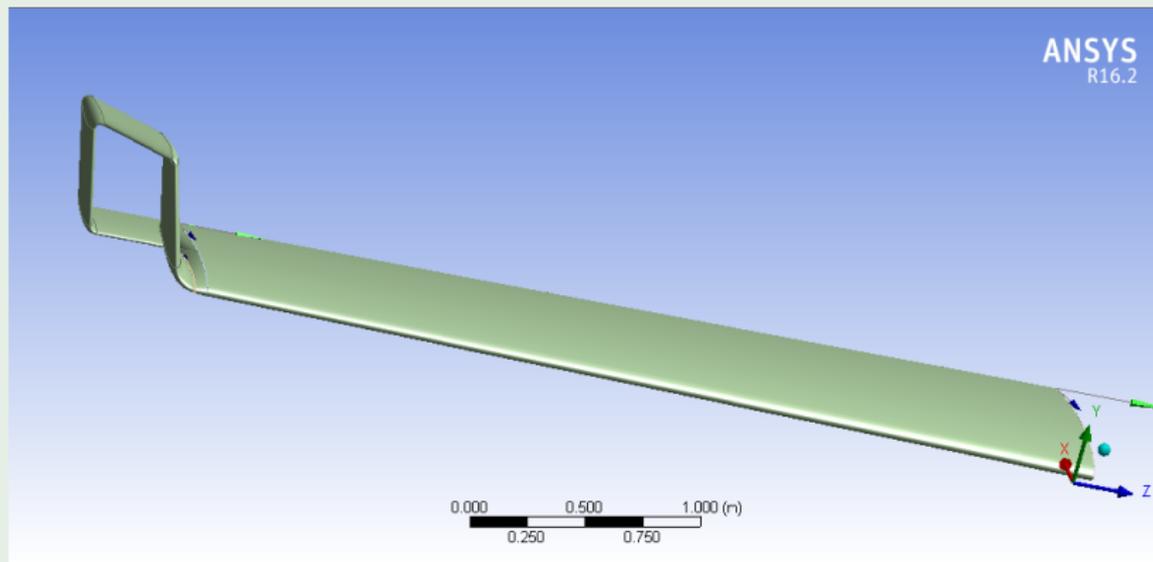
Différentes Configuration

AWDC



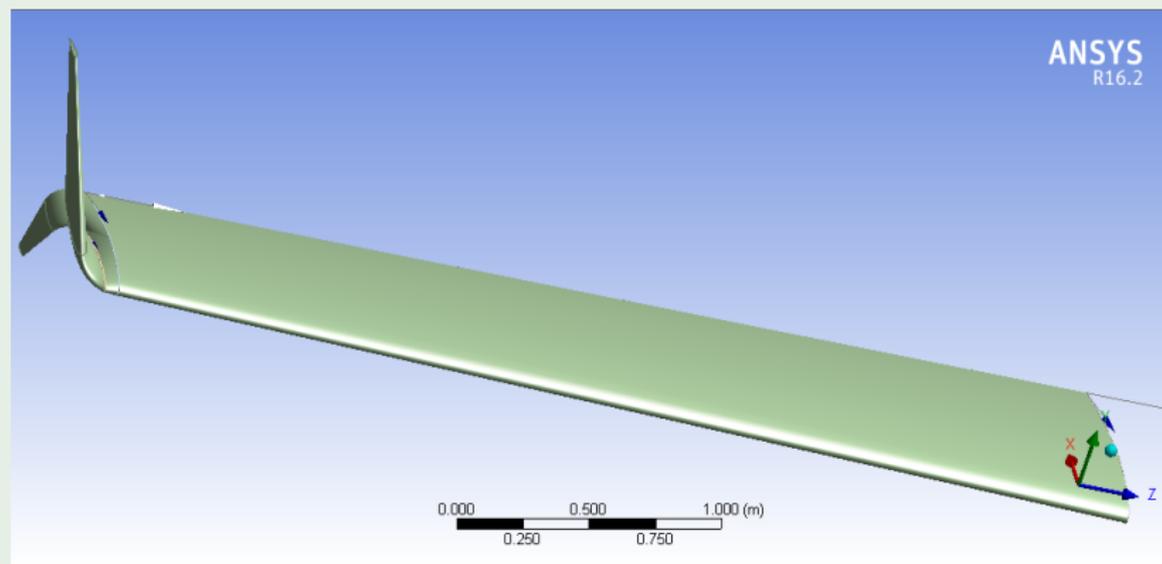
Différentes Configuration

AWS



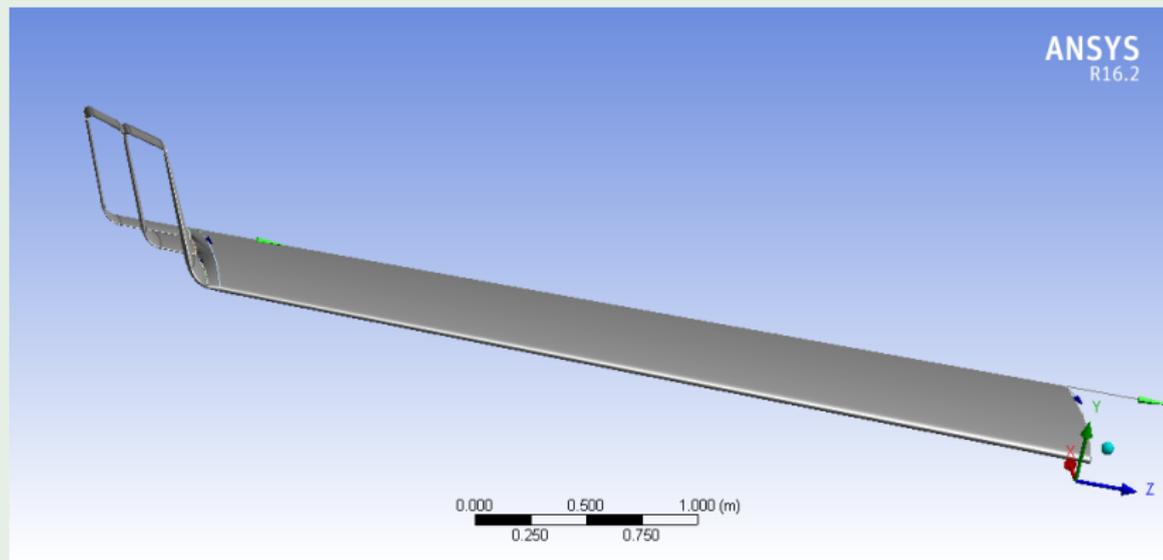
Différentes Configuration

AWW



Différentes Configuration

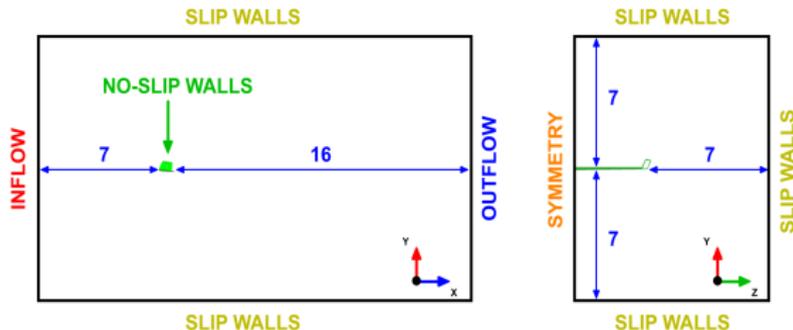
AWDS



Domaine de Calcul et Volumes de Contrôles

Le domaine de calcul étant très grand pour être maillé avec la même finesse, il est alors nécessaire de faire recours aux volumes de contrôles. En effet, ces derniers sont utilisés pour raffiner le maillage dans certains endroits

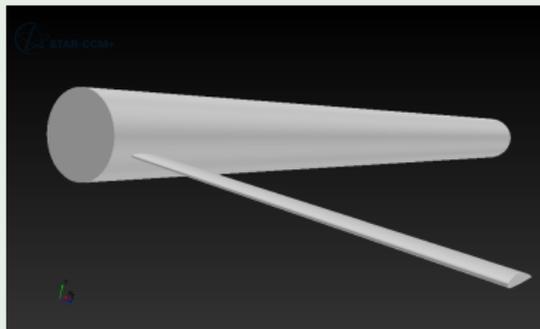
Domaine de calcul



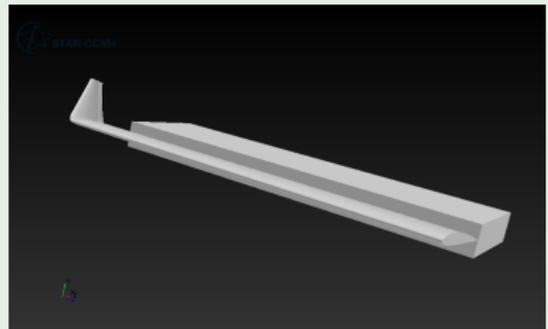
Domaine de Calcul et Volumes de Contrôles

Le domaine de calcul étant très grand pour être maillé avec la même finesse, il est alors nécessaire de faire recours aux volumes de contrôles. En effet, ces derniers sont utilisés pour raffiner le maillage dans certains endroits

Volume derriere la winglet



Volume derriere l'aile

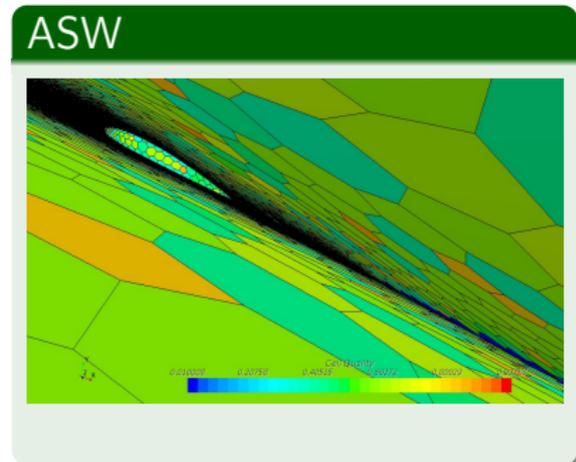
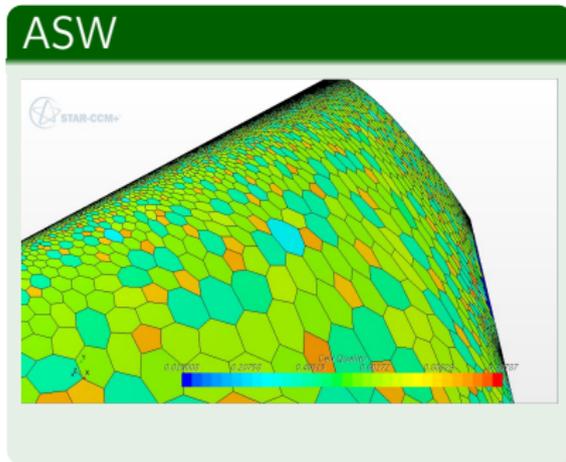


Maillage Résultant

Chaque maillage prendre entre 3 à 4 heures.

Le type de maillage est le maillage polyédrale

Toutes les ailes que nous avons testées sont callées à 8 degré

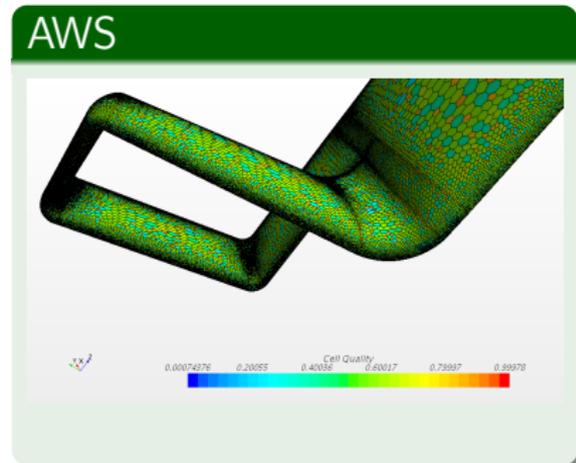
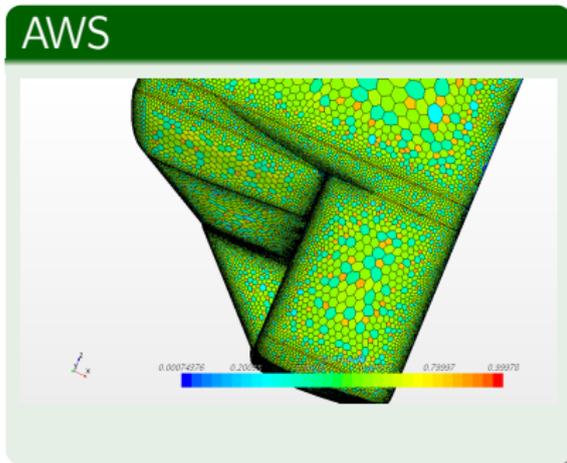


Maillage Résultant

Chaque maillage prendre entre 3 à 4 heures.

Le type de maillage est le maillage polyédrale

Toutes les ailes que nous avons testées sont callées à 8 degré

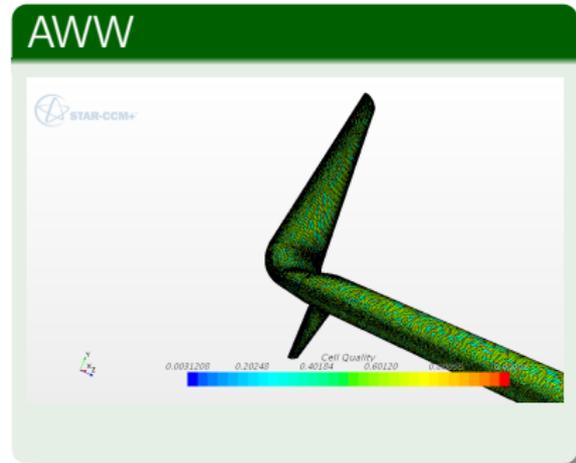
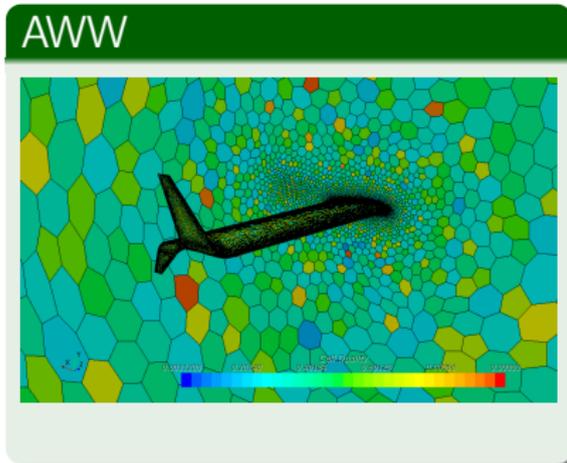


Maillage Résultant

Chaque maillage prendre entre 3 à 4 heures.

Le type de maillage est le maillage polyédrale

Toutes les ailes que nous avons testées sont callées à 8 degré



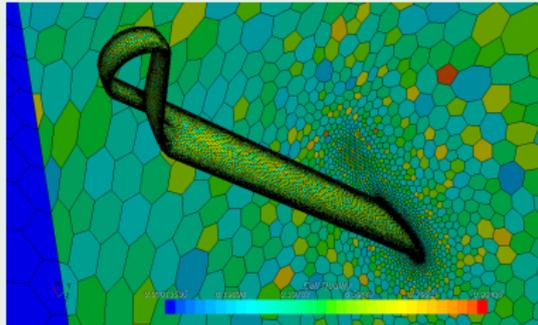
Maillage Résultant

Chaque maillage prendre entre 3 à 4 heures.

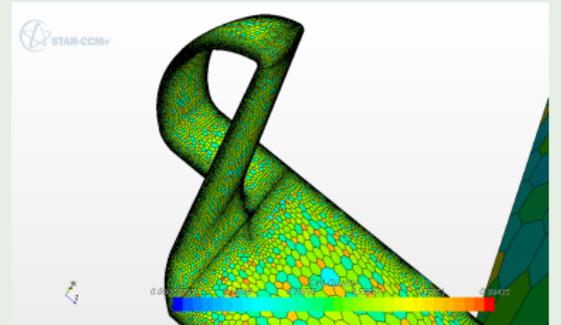
Le type de maillage est le maillage polyédrale

Toutes les ailes que nous avons testées sont callées à 8 degré

AWDC



AWDC



Maillage Résultant

Chaque maillage prendre entre 3 à 4 heures.

Le type de maillage est le maillage polyédrale

Toutes les ailes que nous avons testées sont callées à 8 degré



Tableau Récapitulatif

Nous utilisons un processeur i5 à 4 coeurs et 4 Gigabyte de RAM. Sauf l'AWDS son maillage est effectué en "empruntant" un Micro-ordinateur avec un Processeur I7 à huit coeurs et 32 Gigabyte de Ram. Les travaux sont en cours pour analyser le comportement de cette winglet.

Cas	N Cellules	N Noeuds	Taille	Temps
ASW	846 068	4 627 754	363 Mo	5h 46mn
AWS	3 539 518	13 957 712	1.18 Go	16h 15mn
AWW	3 372 858	14 391 205	1.19 Go	9h 27mn
AWDC	3 045 692	17 388 896	1.08 Go	6h 23mn
AWDS	13 180 197	52 298 005	3.5 Go	2h 55mn

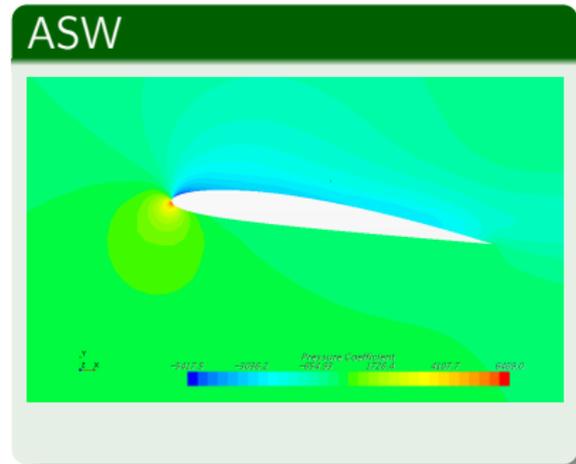
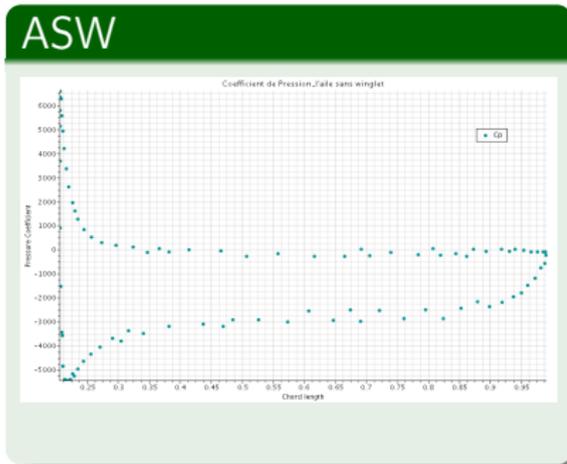
Coefficient de Trainée et de Portance

Le tableau nous donne les forces de portance et de traînée pour chaque cas de configuration ainsi que l'erreur relative par rapport au cas ASW.

Conf	Portance	Trainée	Por/Tra	Er relative
ASW	9105.87	514.536	17.69	0.0%
AWS	10476.5	510.631	20.51	-0.75%
AWDC	10017.9	487.966	20.52	-5.16%
AWW	9582.54	458.222	20.91	-10.9%

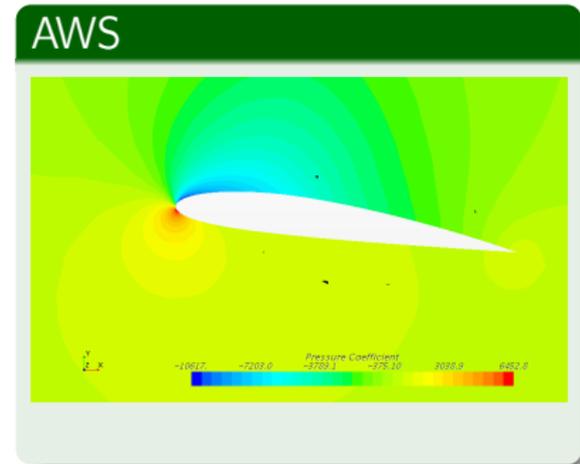
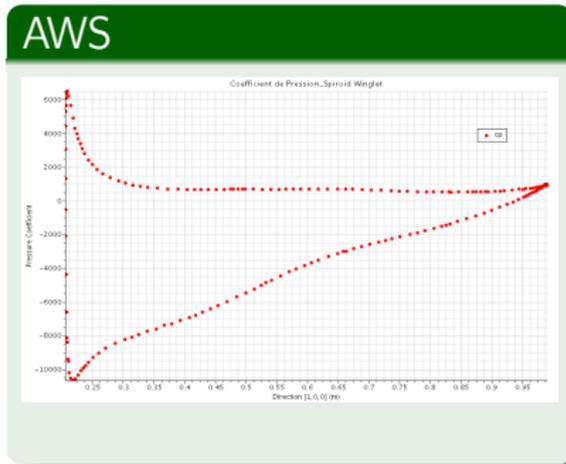
Coefficient de Pression

Le C_p représente la répartition de pression autour de l'aile.
Le C_p influe sur le comportement de l'aile.



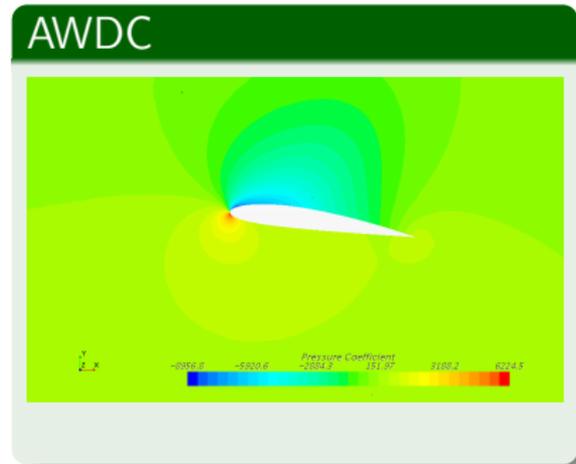
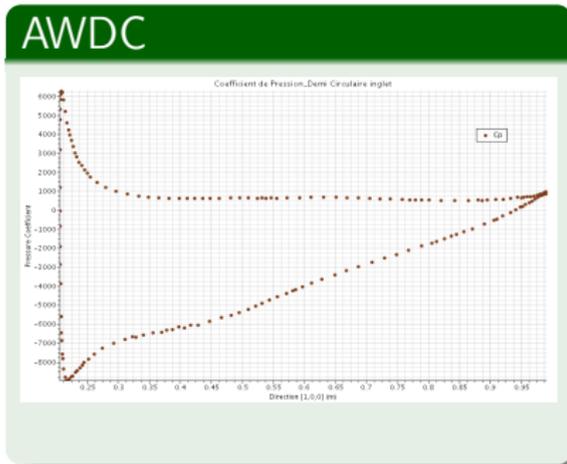
Coefficient de Pression

Le C_p représente la répartition de pression autour de l'aile.
Le C_p influe sur le comportement de l'aile.



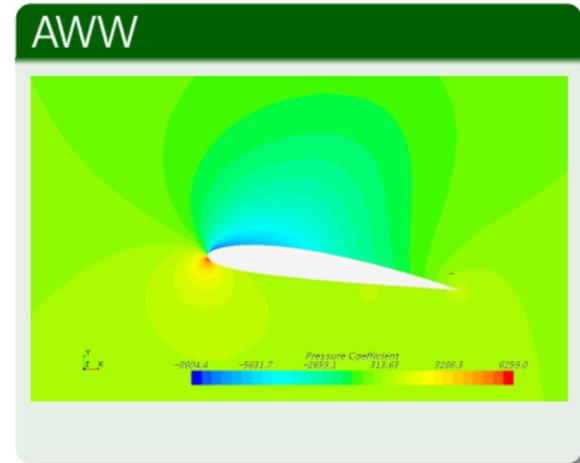
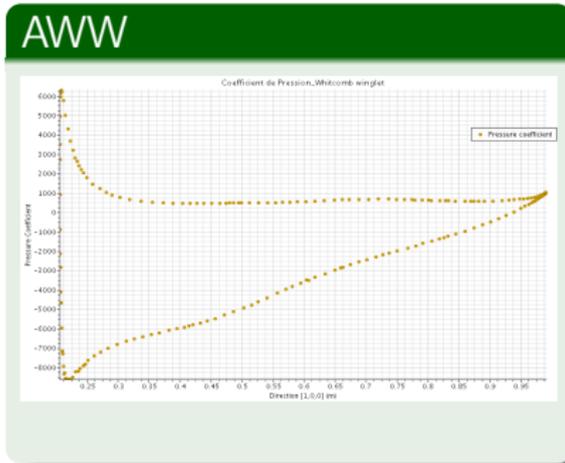
Coefficient de Pression

Le C_p représente la répartition de pression autour de l'aile.
Le C_p influe sur le comportement de l'aile.



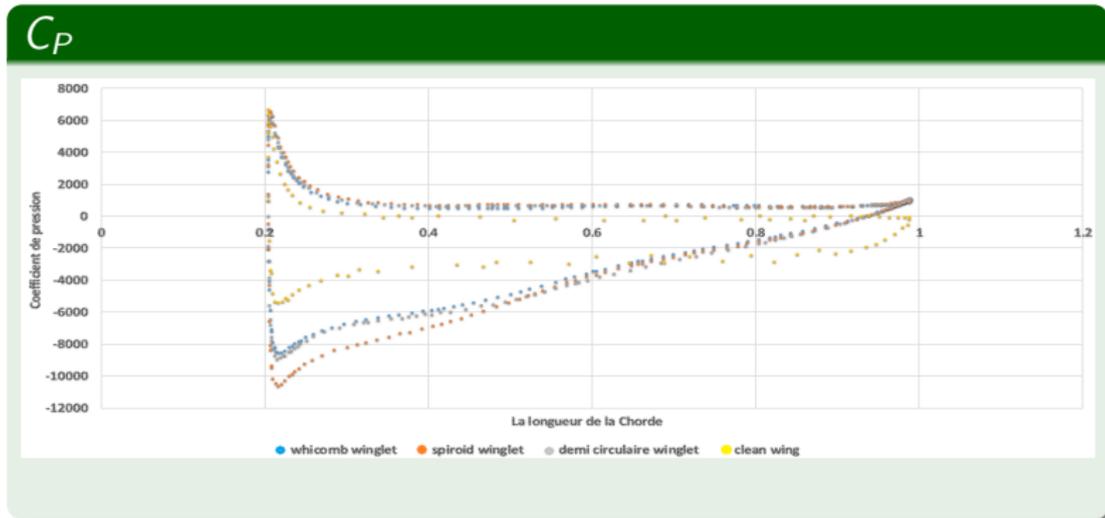
Coefficient de Pression

Le C_p représente la répartition de pression autour de l'aile.
Le C_p influe sur le comportement de l'aile.



Coefficient de Pression

Le C_p représente la répartition de pression autour de l'aile.
Le C_p influe sur le comportement de l'aile.



Lignes de Courant - Video

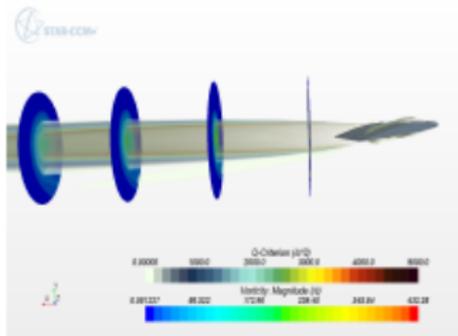


Vorticité - Video

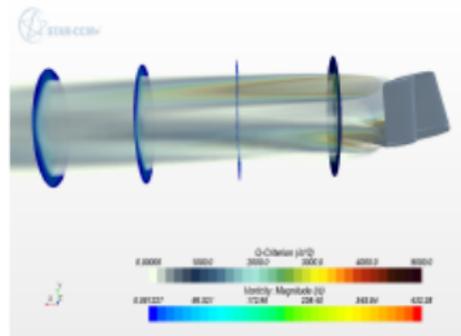


Definition et résultats

Le Q-Criterion est un nouveau critère de visualisation des écoulements turbulents, il définit la vorticité en tant qu'une même région de fluide



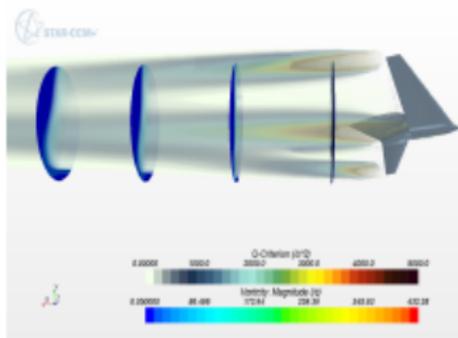
(A) Configuration ASW



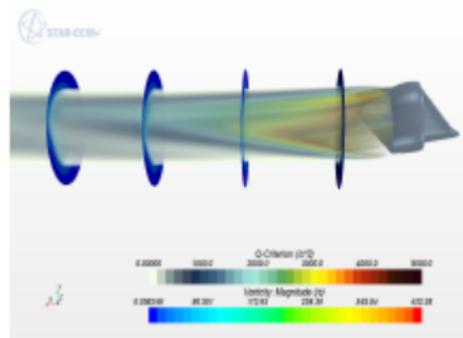
(B) Configuration AWS

Definition et résultats

Le Q-Criterion est un nouveau critère de visualisation des écoulements turbulents, il définit la vorticité en tant qu'une même région de fluide



(C) Configuration AWW



(D) Configuration AWDC

Résumé

- Vu les moyens dont nous disposons, nous pouvons conclure que nous avons trouvé des résultats cohérents avec ceux qu'on trouve dans la bibliographie et surtout avec l'article [3] que nous avons pris comme référence. Aussi, le manque de résultats expérimentaux dans la littérature laisse le champ ouvert aux simulations numériques qui, à moindre coûts, permettent d'étudier et de caractériser l'écoulement de toute sorte de winglet.

