

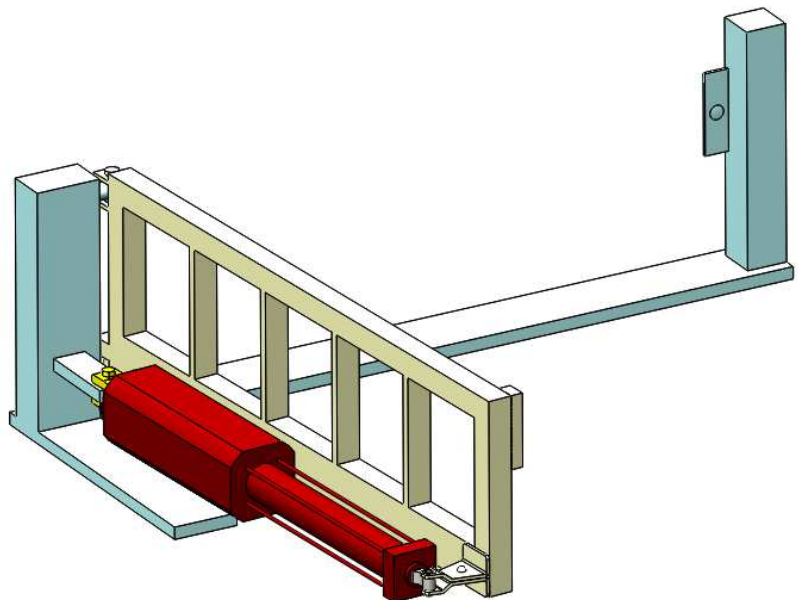
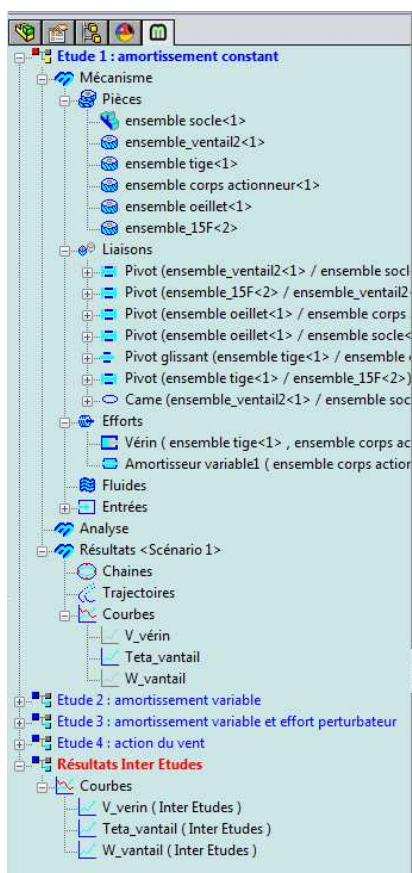
Meca3D version 15

Etude du portail FAAC

Présentation

Considérons la maquette de portail présente dans certains laboratoires de travaux pratiques. Nous allons simuler le comportement du portail lors de la fermeture dans différentes situations en utilisant certaines des nouvelles fonctionnalités de la version 15 de Meca3D.

Au final, les modèles seront comparés en analysant les résultats inter études.



Mouvement :

Le vantail, en liaison pivot avec le socle, est entraîné en rotation sous l'action d'un vérin hydraulique. Une butée permet de limiter la rotation du vantail en position fermée.

Etude 1 : amortissement constant

Le vérin est soumis à effort de poussée constant de 100 N.

Pour représenter les efforts résistants dans le vérin (efforts de contact entre le corps et la tige ainsi que les efforts dus au fluide) nous mettons en place un effort de type amortisseur.

Coefficient d'amortissement entre la tige et le corps du vérin égal à $800 \text{ N.m}^{-1}.\text{s}$.

Le calcul est lancé avec 300 positions sur 3 secondes.

Puis ajouter dans les résultats les courbes : V_vérin, Téta_vantail et W_vantail.

Etude 2 : amortissement variable

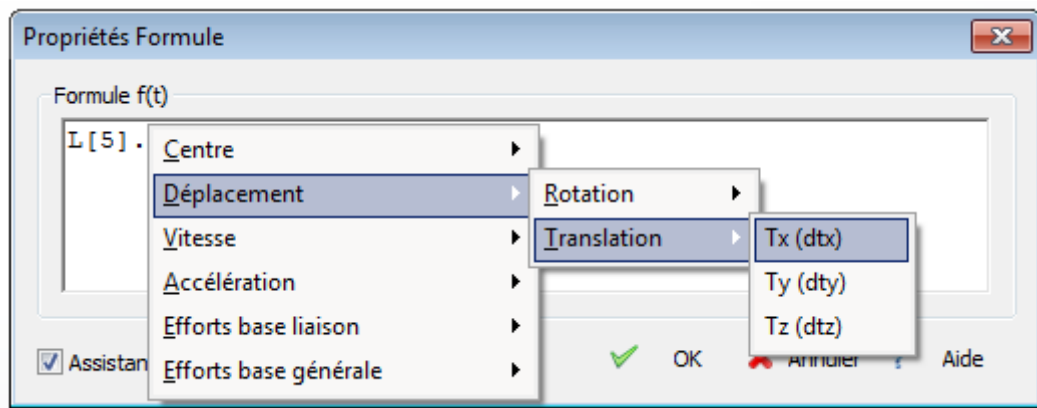
Par rapport à l'étude 1, nous envisageons de modifier le coefficient d'amortissement de l'effort amortisseur à l'approche de la butée de fin de course du vantail.

Dans le sous-menu **<Mécanisme> <Entrées> <Formules>** de l'étude 2, ajoutons une **formule** (clic droit de la souris sur <Formules> et ajouter). Donnons lui le nom « Coeff_amortissement »

Nous voulons, par exemple, que le coefficient d'amortissement soit égal à $800 \text{ N.m}^{-1}.\text{s}$ au début du mouvement, puis à $5000 \text{ N.m}^{-1}.\text{s}$ lorsque la course de la tige du vérin est supérieure ou égale à 150 mm.

L'expression de la formule est la suivante : $(L[5].dtx < (0.150)) * 800 + (L[5].dtx \geq 0.150) * 5000$

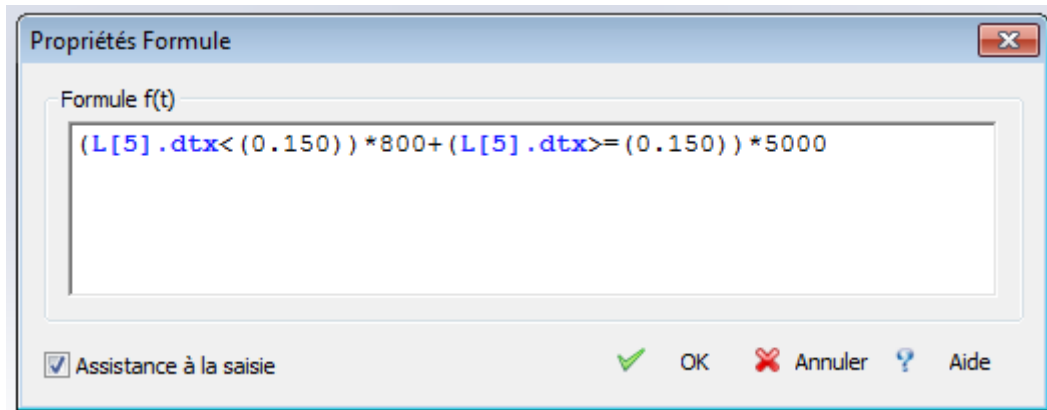
L[5].dtx représente le **déplacement en translation selon x dans la 5^{ème} liaison**, c'est-à-dire la pivot glissant entre la tige et le corps du vérin



$(L[5].dtx < (0.150))$ est un booléen qui vaut 1 si le déplacement en translation selon x dans la 5^{ème} liaison est plus petit que 150 mm et 0 dans le cas contraire.

$(L[5].dtx \geq (0.150))$ est un booléen qui vaut 1 si le déplacement en translation selon x dans la 5^{ème} liaison est plus grand que 150 mm et 0 dans le cas contraire.

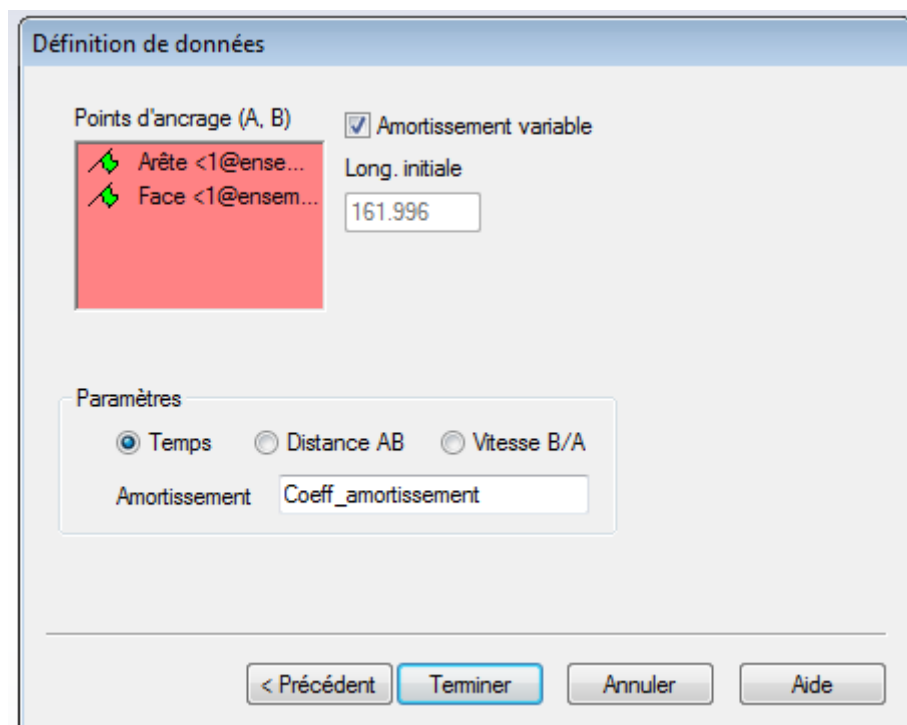
D'où la formule dans **Meca3D**



Donnons lui le nom « Coeff_amortissement »

Ensuite, modifions l'effort amortisseur variable :

1. cliquer dans la case « Amortissement » des définitions de données (figure ci-dessous)
2. puis cliquer sur la formule « Coeff_amortissement » de l'arbre de **Meca3D**.
Coeff_amortissement s'affiche dans la case.



Terminer et lancer le calcul avec 400 positions sur 4 secondes.

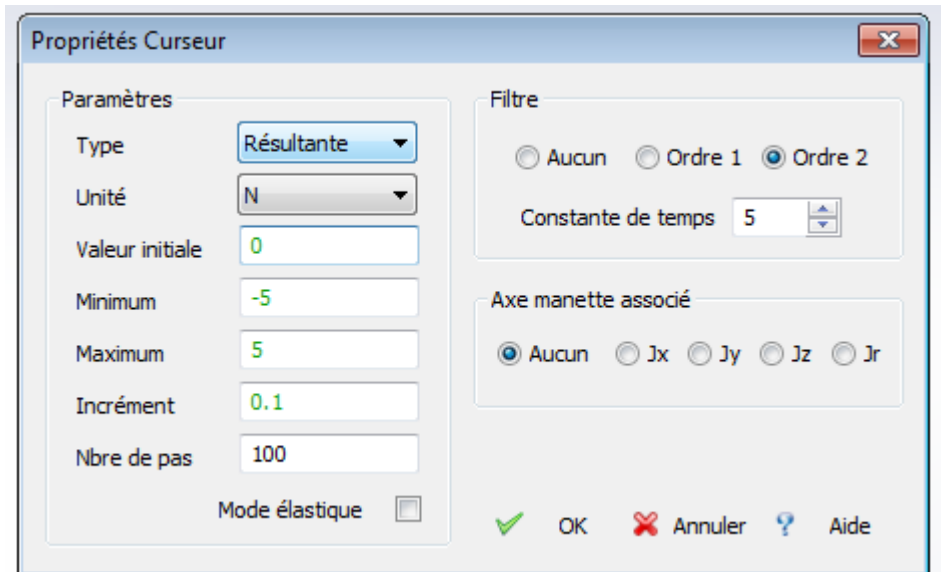
Puis ajouter dans les résultats les courbes : V_vérin, Téta_vantail et W_vantail.

Etude 3 : amortissement variable et effort perturbateur

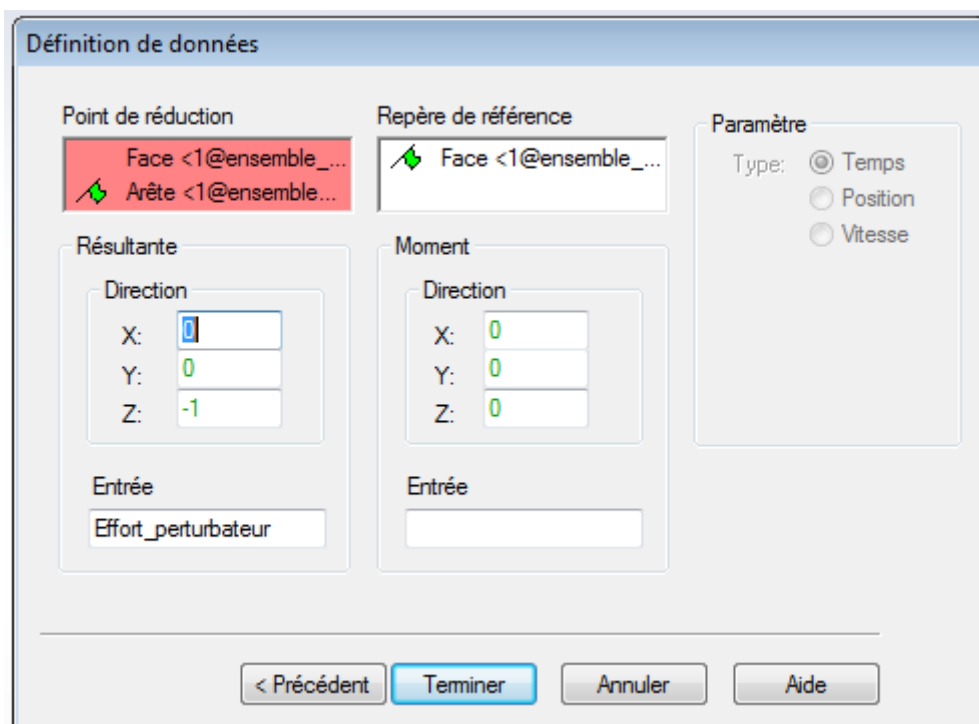
Par rapport à l'étude 2, nous allons ajouter un effort variable lié au vantail qui va perturber le mouvement en agissant sur un curseur.

Tout d'abord, dans le sous-menu **<Mécanisme>** **<Entrées>** **<Curseurs>**, ajoutons un **curseur** et définissons ses propriétés:

Donnons lui le nom de « Effort_perturbateur »



Ensuite créons un effort variable lié au vantail (effort normal au plan longitudinal du vantail).



Ensuite, dans la case entrée correspondant à la résultante associons le curseur « Effort_perturbateur » précédemment défini.

1. cliquer dans la case Entrée gauche des définitions de données (figure ci-dessus)
2. puis cliquer sur le curseur « Effort_perturbateur » de l'arbre de **Meca3D**.

Terminer et lancer le calcul avec 400 positions sur 4 secondes.

Au cours du mouvement, agir sur le curseur en effectuant par exemple un échelon de 5 N. Puis ajouter dans les résultats les courbes : V_vérin, Téta_vantail et W_vantail.

Etude 4 : Action du vent

A partir de l'étude 3, nous allons étudier l'influence du vent sur la fermeture du portail.
En supposant qu'une tôle est soudée sur le plan longitudinal du vantail, nous allons mettre en place les efforts aérodynamiques agissant sur le vantail (principalement les efforts de traînée et de portance).

Dans un premier temps, nous ajoutons le « **Fluide1** » dans le sous-menu <**Fluides**>.
Il s'agit de l'air (masse volumique 1.225 kg/m^3) circulant à la vitesse de 10 m/s selon la direction **y** du repère lié au bâti.

Puis dans le sous-menu <**Mécanisme**> <**Entrées**> <**Courbes**>, nous ajoutons 2 courbes « **Coefficient-portance** » et « **Coefficient_trainée** » associés respectivement aux fichiers de courbes « **Coefficient de portance.crb** » et « **Coefficient de traînée.crb** » (voir courbes en ANNEXE).

Et enfin, nous ajoutons l'**Effort aérodynamique1** exercé par le **Fluide1** agissant sur le portail dans lequel on précise le point de réduction des efforts et le plan de référence (ici, le plan longitudinal du vantail). Z est normal à ce plan et X est orienté parallèlement au grand côté du cadre du vantail.

Les cases « variable » étant cochées, on associe les courbes « **Coefficient_trainée** » et « **Coefficient_portance** » du sous-menu <Courbes> de l'arbre de construction de **Meca3D**.

Définition de données

Fluide: **Fluide1**

Point de réduction des efforts: Arête <1@ensemble_vantail2-1/e...

Repère de référence: Face <1@ensemble_vantail2-1/e...

☒ Inverser axe Z

Rotation / Z: 0

Surface de référence (m²): 0.15

Longueur de référence (m): 0.1

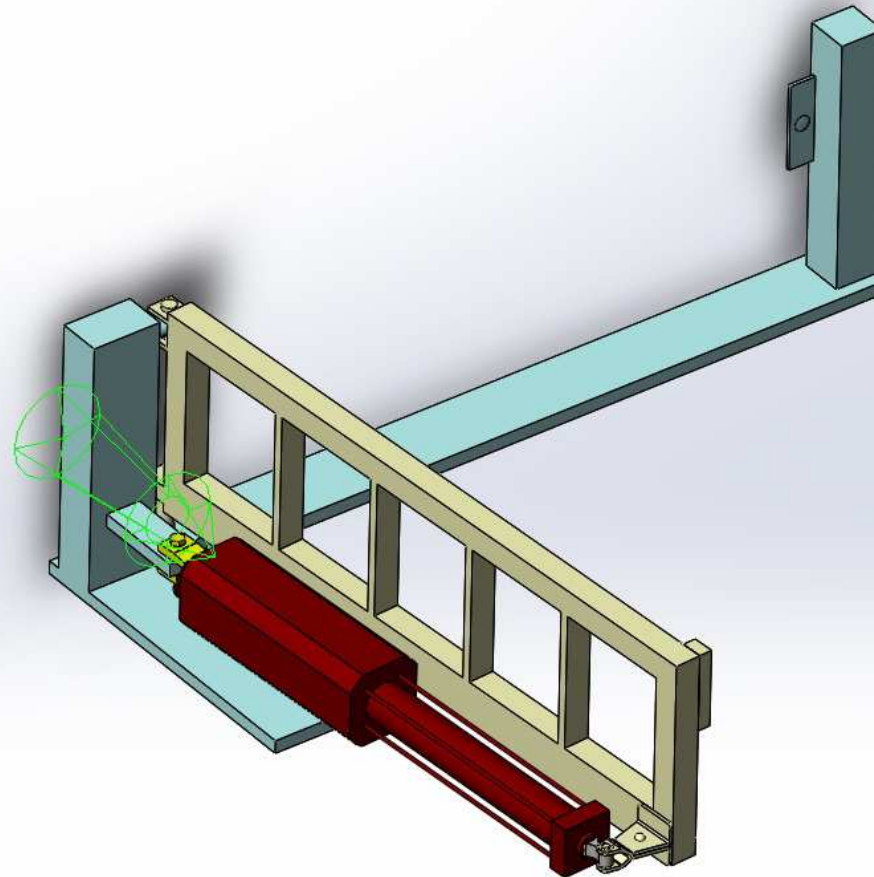
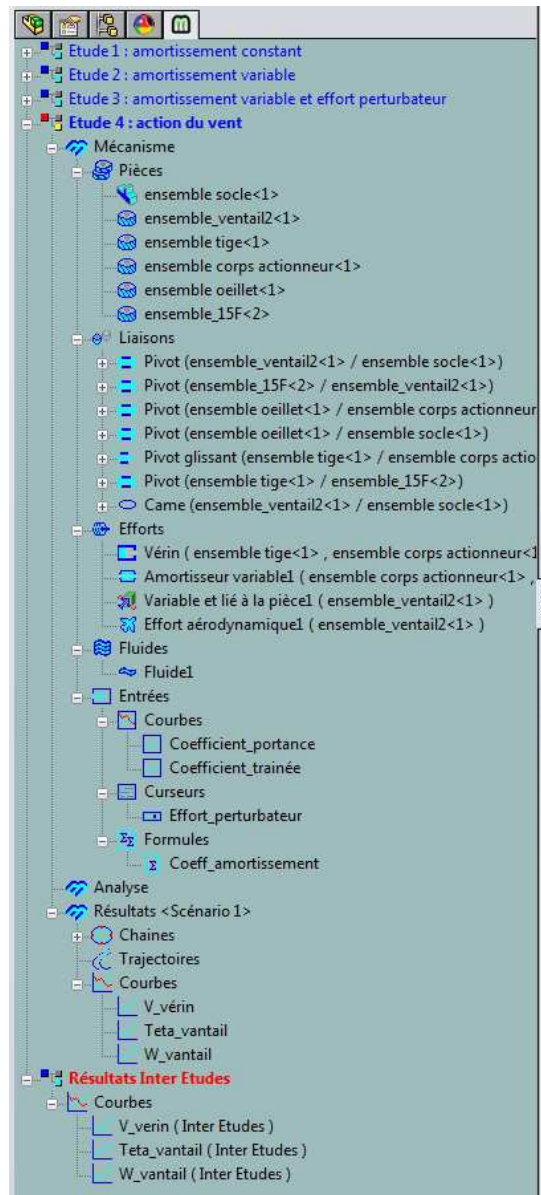
Trainée: ☒ Variable, Coefficient_trainée

Portance: ☒ Variable, Coefficient_portance

Tangage: ☐ Variable, Coefficient: 0

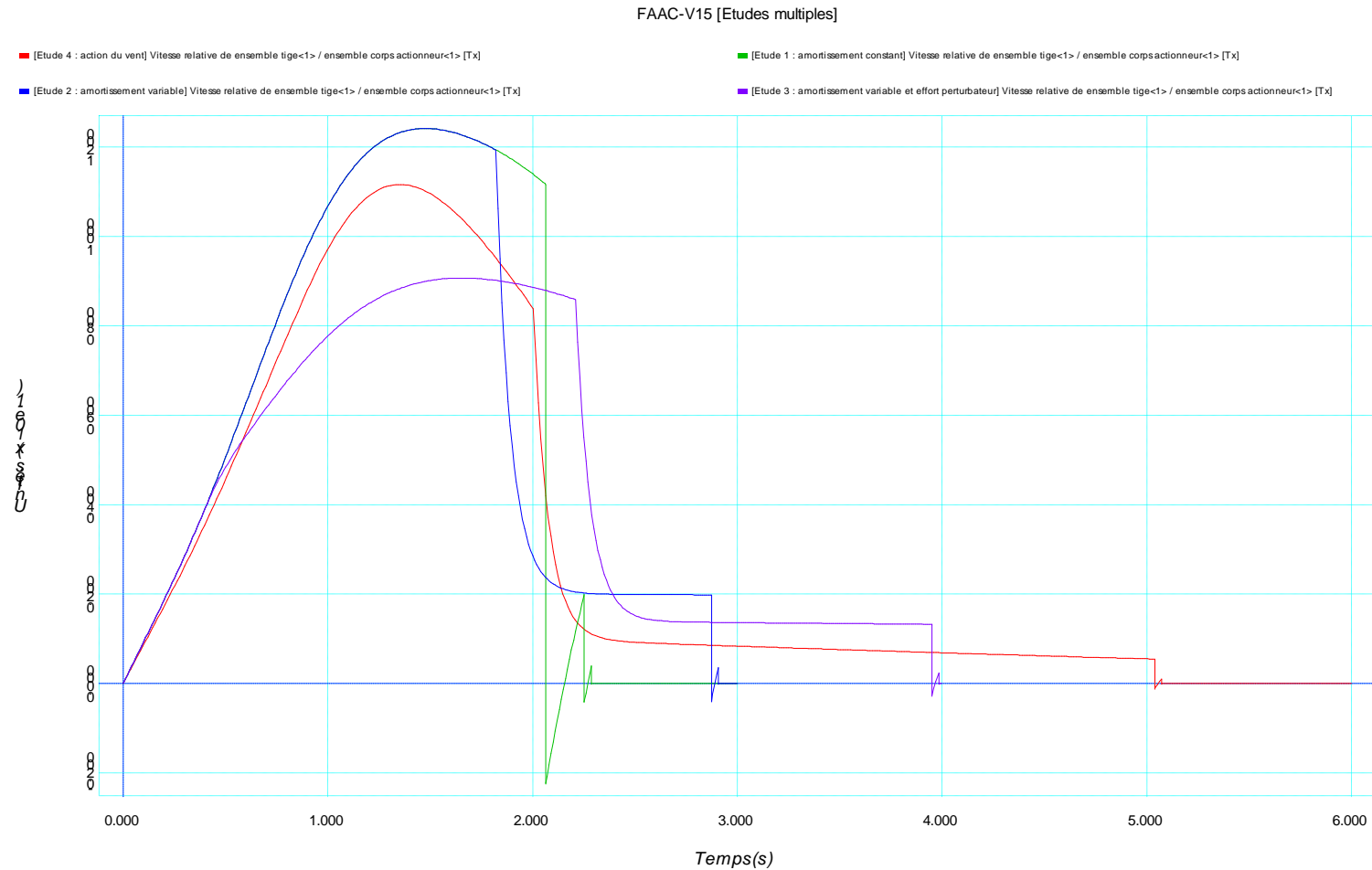
< Précédent Terminer Annuler Aide

Terminer et lancer le calcul avec 500 positions sur 6 secondes (le curseur est laissé à zéro)
Puis ajouter dans les résultats les courbes : V_vérin, Téta_vantail et W_vantail.

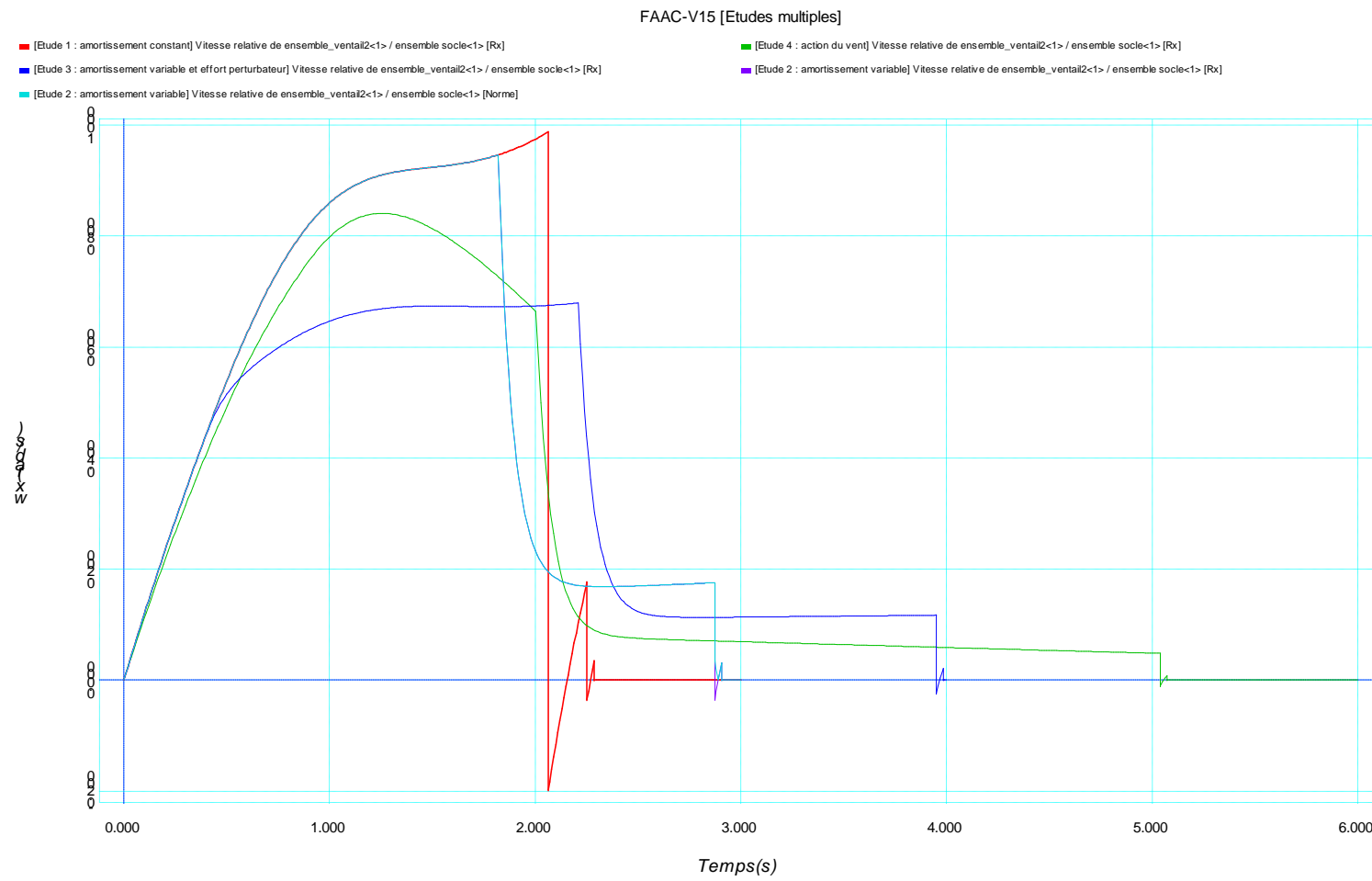


Résultats Inter Etudes

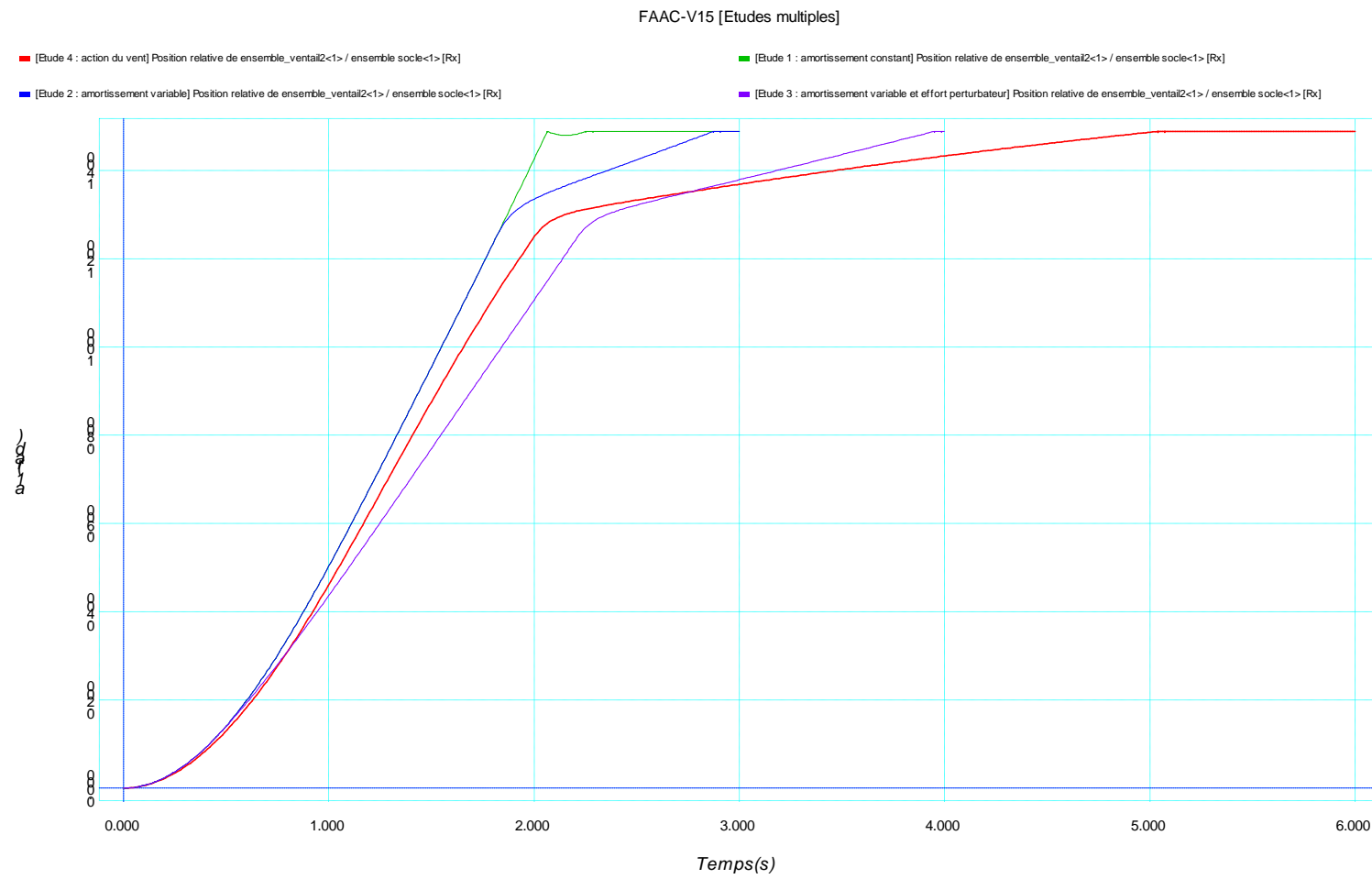
Vitesse de translation de la tige par rapport au corps du vérin en fonction du temps



Vitesse de rotation du vantail par rapport au socle en fonction du temps



Angle de rotation du vantail par rapport au socle en fonction du temps



ANNEXE

Effets aérodynamiques sur un solide

Dans un premier temps, il s'agit de définir les efforts exercés par un fluide sur un solide dans leur mouvement relatif. Dans Meca3D, dans un souci de simplification, nous nous limitons aux cas des écoulements fluides incompressibles.

Ecoulement fluide et champ de pression

L'écoulement d'un fluide autour d'un objet présente un champ de vitesse variable en fonction du profil de cet objet. Les lois de la mécanique des fluides nous enseignent que la pression diminue dans les zones où la vitesse croît et qu'inversement elle augmente dans les zones où la vitesse décroît (fig. 1-a et 1-b).

Par exemple, sur une aile présentant un profil non symétrique, il y a une dépression sur l'extrados (surface supérieure) et une surpression sur l'intrados (surface inférieure).

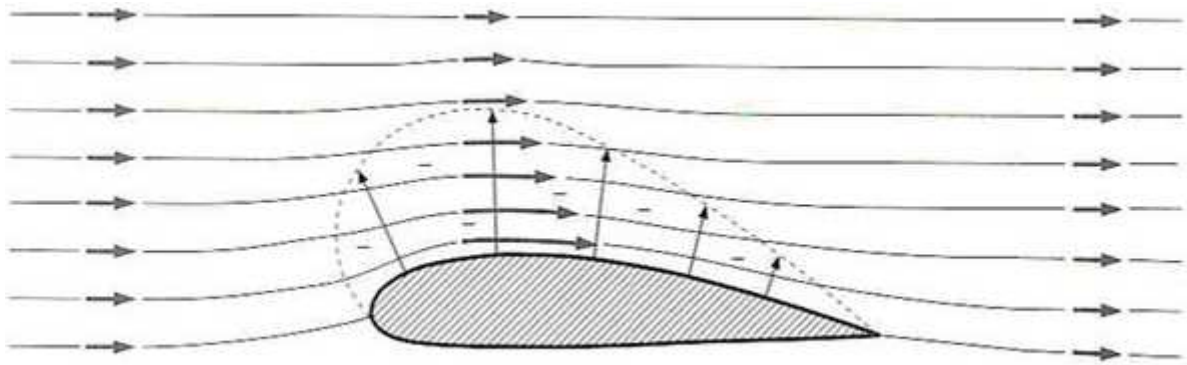


Fig. 1-a : Ecoulement d'un fluide par rapport à un profil

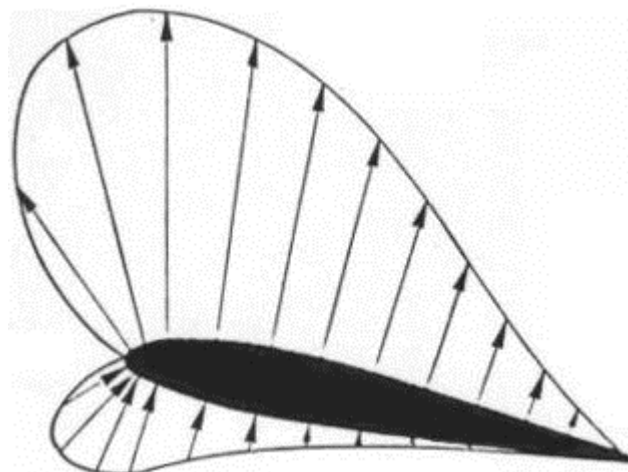


Fig. 1-b : champ de pression sur un profil asymétrique.

Vitesse relative du solide par rapport au fluide

La composition des vitesses du solide par rapport au sol et de la vitesse de l'écoulement du fluide par rapport au sol permet de calculer la **vitesse relative du solide par rapport au fluide** et de définir l'**angle d'incidence i** (fig. 2)

$$\vec{V}_{(A \in S / \text{fluide})} = \vec{V}_{(A \in S / \text{bâti})} - \vec{V}_{(\text{fluide} / \text{bâti})}$$

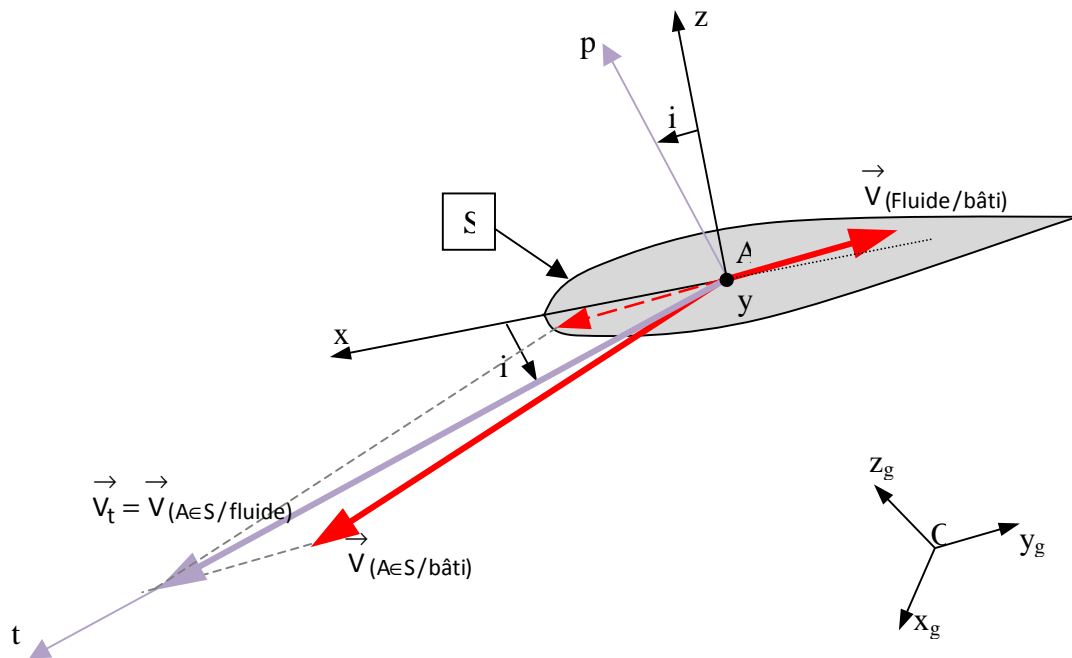


Fig. 2

Notation :

- Le repère $(A, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est lié au solide (S)
- $\vec{V}_t = V_t \vec{t}$, avec V_t projection de $\vec{V}_{(A \in S / \text{fluide})}$ dans le plan (A, \vec{z}, \vec{x})
- le vecteur unitaire \vec{t}
- le vecteur unitaire \vec{p} tel que $(\vec{t}, \vec{y}, \vec{p})$ direct
- l'angle d'incidence i entre \vec{x} et \vec{t} ou entre \vec{z} et \vec{p} ($i > 0$ sur les figures)

Forces aérodynamiques et coefficients aérodynamiques

Les essais en soufflerie montrent que les champs de pression dépendent de l'**angle d'incidence i** que fait le solide S par rapport à la direction moyenne de l'écoulement. Les champs de pression s'exerçant sur l'objet induisent globalement un torseur d'efforts (fig.3).

La résultante est composée de l'effort de traînée et de l'effort de portance portés respectivement par \vec{t} et \vec{p} .

Le moment porté par \vec{y} est appelé moment de tangage.

Résultante :

$$\text{Traînée : } \vec{F}_t = -\frac{1}{2}\rho C_x S V_t^2 \vec{t}$$

$$\text{Portance : } \vec{F}_p = \frac{1}{2}\rho C_z S V_t^2 \vec{p}$$

Moment :

$$\text{Tangage : } \vec{M}_t = \frac{1}{2}\rho C_t S a V_t^2 \vec{y}$$

Avec :

- ρ : masse volumique du fluide (kg/m^3) ;
- C_x = coefficient de traînée ;
- C_z = coefficient de portance ;
- C_t = coefficient de moment de tangage ;
- a : corde de référence (m) du profil.
- S : surface de référence choisie par l'utilisateur (m^2)

Remarques :

- C_x , C_z , C_m constants ou fonction de l'angle d'incidence i (courbes fonction de i) sont sans dimension.
- Toujours dans un but de simplification, le coefficient de traînée est un coefficient global qui tient compte des coefficients des traînées induite, parasites (frottement, forme, interférence) et de compressibilité.
- Le point **A est le centre de poussée aérodynamique** lié au solide (S). Ce point varie en fonction de l'angle d'incidence.
- Le point **F est appelé foyer aérodynamique** et correspond au point qui n'entraîne pas de modification du moment de tangage pris par rapport à ce point lorsque l'angle d'incidence varie.
Pour une aile d'avion, il est généralement situé au quart de la corde par rapport au bord d'attaque.
- Pour un objet à forte portance comme une aile, la surface de référence S correspond en général à la surface projetée de l'aile selon la direction \vec{z} . Par contre, pour un solide à forte traînée comme une automobile, on choisit généralement le maître-couple, surface projetée selon la direction \vec{x} .

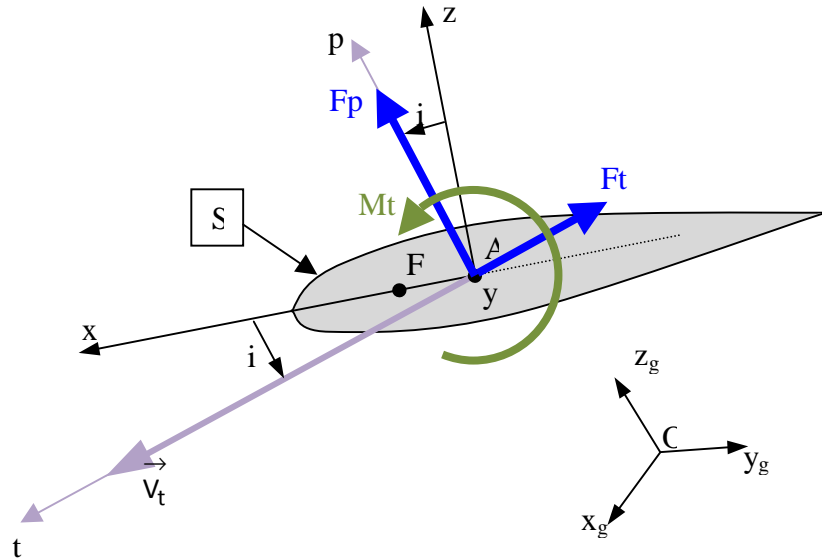
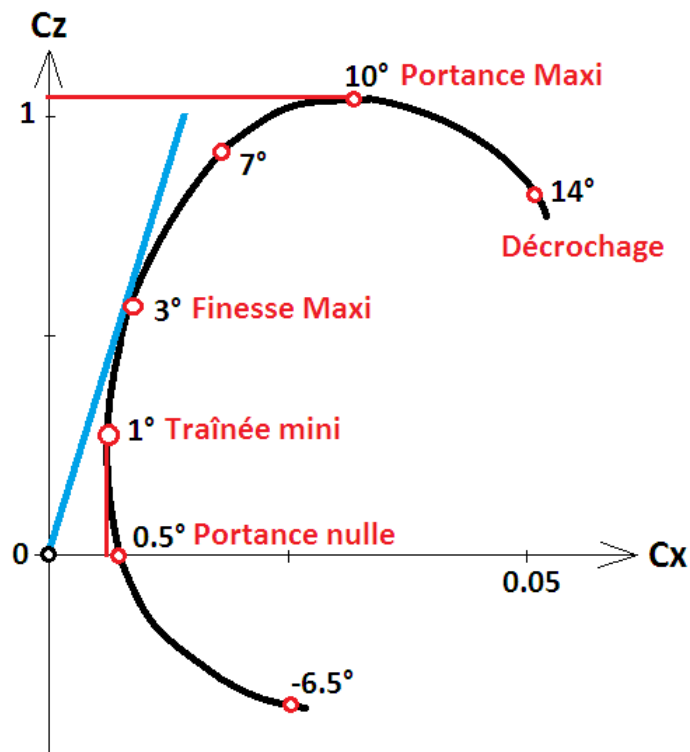
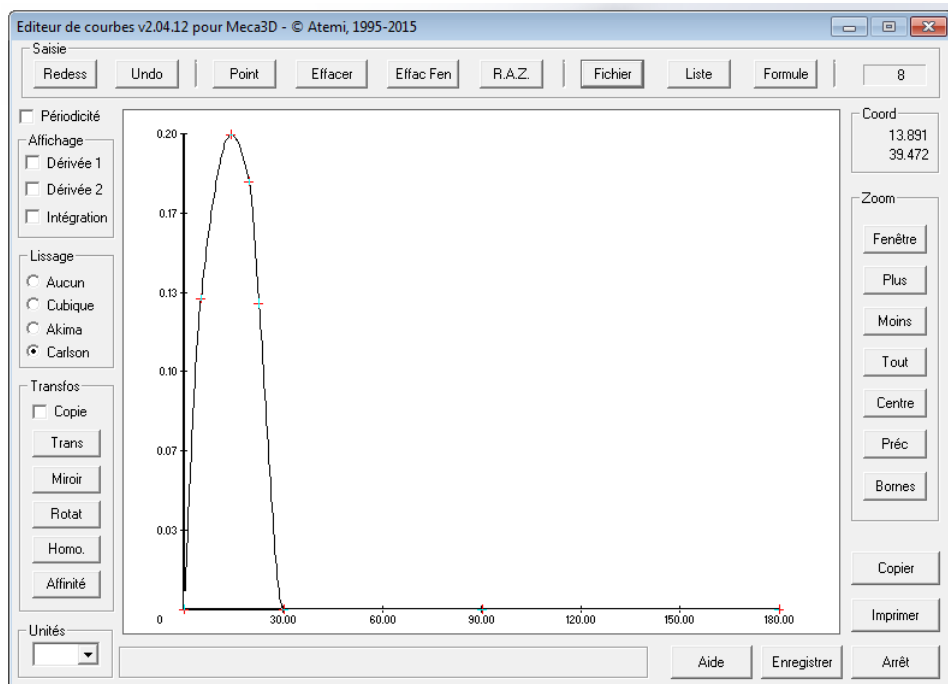


Fig. 3

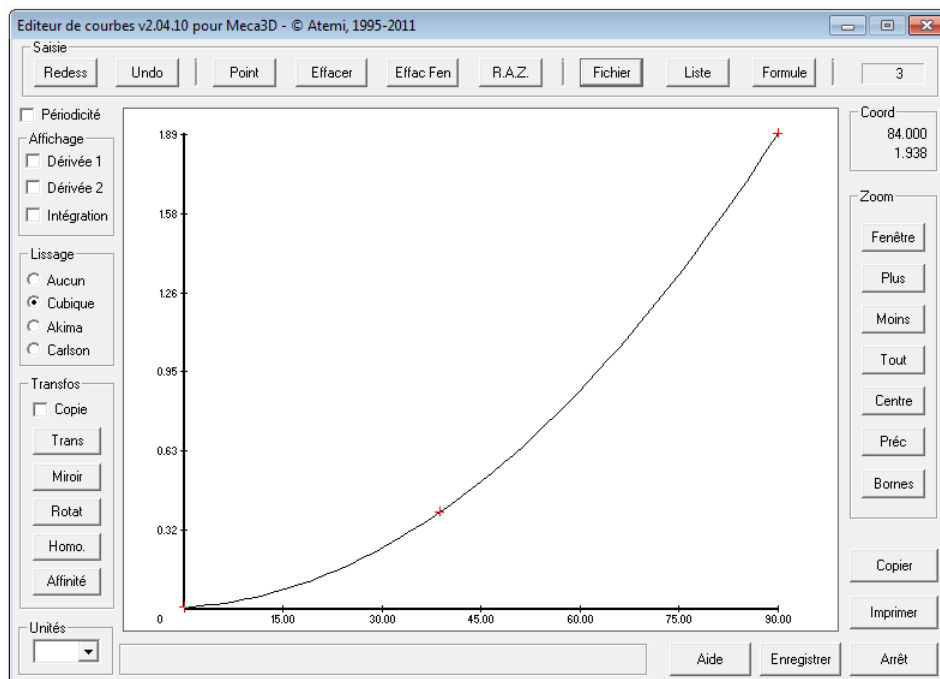

Fig. 4 : Polaire d'un profil (coefficients C_x et C_z en fonction de l'angle d'incidence i)

La polaire permet de déterminer les caractéristiques et performances d'un profil et en particulier sa finesse, rapport entre le coefficient de portance et le coefficient de traînée. A noter que la polaire dépend du nombre de Reynolds de l'écoulement fluide.

Coefficients de portance et de traînée



Coefficient de portance



Coefficient de traînée