

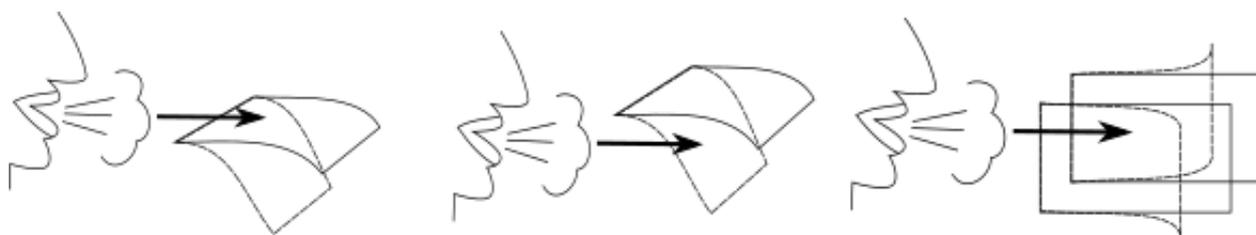
Expérience n°1 : Mise en évidence des forces aérodynamiques

Objectif : mettre en évidence les forces qui s'exercent sur un objet en mouvement dans l'air (ou les forces créées par l'air en mouvement autour d'un objet).

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

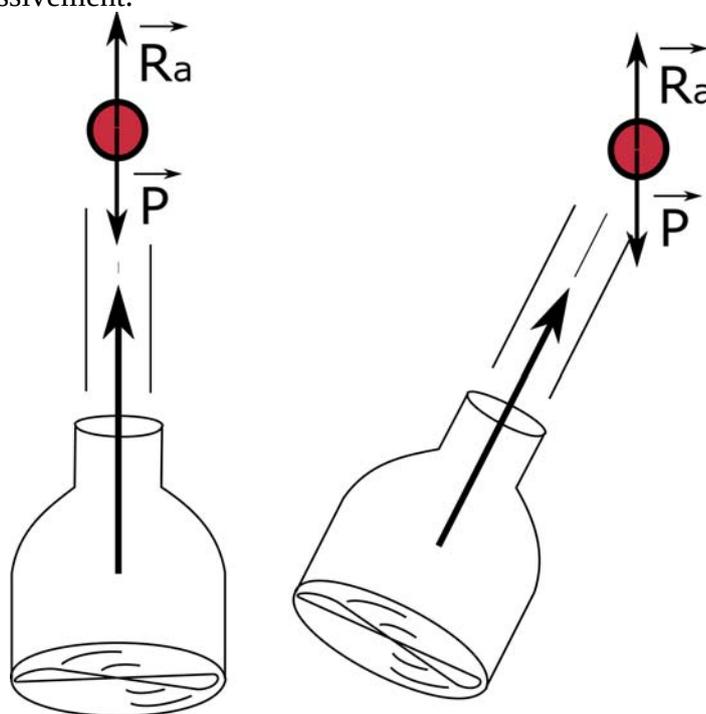
Nous allons réaliser 2 expériences permettant de mettre en évidence les forces aérodynamiques exercées par de l'air en mouvement autour d'un objet :

Un expérimentateur souffle sur le dessous puis le dessus d'une feuille de papier dont une largeur est maintenue horizontale et le reste pend sous l'effet de son poids. Il souffle ensuite entre 2 feuilles maintenues verticalement et dont les bords sont écartés.



Dans la deuxième expérience, un bouler en polystyrène est placée dans le flux d'air vertical en sortie d'une soufflerie. Le flux est ensuite incliné progressivement.

Observations :



Analyse et conclusions :

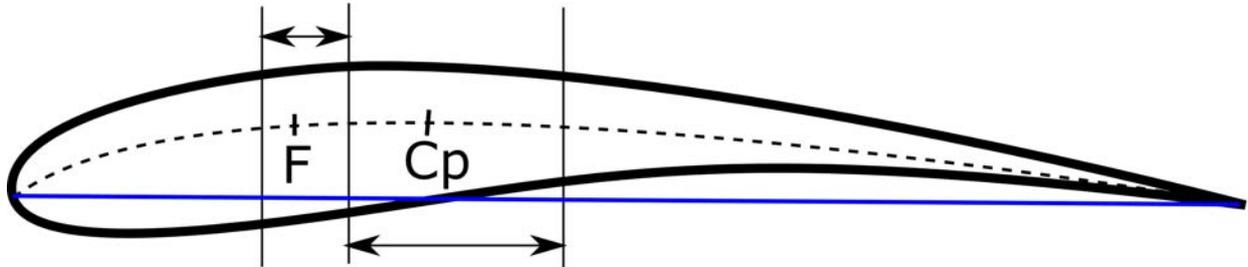
(quelles sont les caractéristiques de la ou des forces créées ? Quels sont les facteurs qui ont une influence sur ces forces?)

Expérience n°2 : Influence de la forme sur la portance

Objectif : étudier l'influence de la forme d'un profil d'aile sur la portance.

Caractéristiques d'un profil d'aile :

Reportez-vous à l'activité 2 et légendez le schéma ci-dessous.



Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Différents profils, de même corde et de même longueur de bord d'attaque, sont placés en soufflerie. La vitesse du flux d'air est réglée sur la même valeur pour chacun d'entre eux.

Profil				
Portance				

Observations :

Analyse et conclusions :

Expérience n°3 : Influence de la vitesse sur la portance

Objectif : étudier l'influence de la vitesse sur la portance.

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Un profil d'aile est placé dans la soufflerie. La vitesse est réglée à différentes valeurs successives et la portance du profil est mesurée pour chacune d'elles.

Vitesse					
Portance					

Observations :

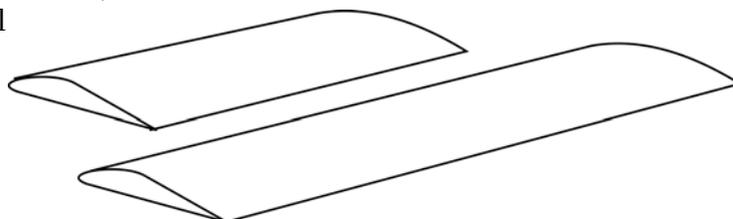
Analyse et conclusions :

Expérience n°4 : Influence de la surface sur la portance

Objectif : étudier l'influence de la surface de l'aile sur la portance.

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Différentes sections d'ailes, de même profil et de même corde, mais de longueur de bord d'attaque (donc de surface) différentes sont placées dans la soufflerie à une même vitesse fixée. La portance est relevée pour chaque section.



Section				
Portance				

Observations :

Analyse et conclusions :

EXPRESSION DE LA PORTANCE :

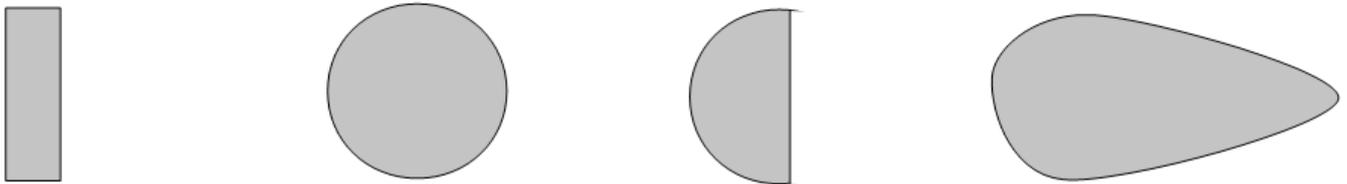
$$R_z = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times v^2 \times C_z$$

Expérience n°5 : Influence de la forme sur la traînée

Objectif : étudier l'influence de la forme sur la traînée.

Description de l'expérience (schémas et commentaires) : sont placée dans la soufflerie

Différentes formes possédant toutes la même surface frontale (maître couple) sont placées dans la soufflerie qui est réglée sur une même vitesse choisie. La traînée est mesurée pour chacune d'entre elles.



Observations :

Analyse et conclusions :

Expérience n°6 : Influence de la vitesse sur la traînée

Objectif : étudier l'influence de la vitesse sur la traînée.

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Un profil d'aile est placé dans la soufflerie. La vitesse est réglée à différentes valeurs successives et la traînée du profil est mesurée pour chacune d'elles.

Vitesse					
Traînée					

Observations :

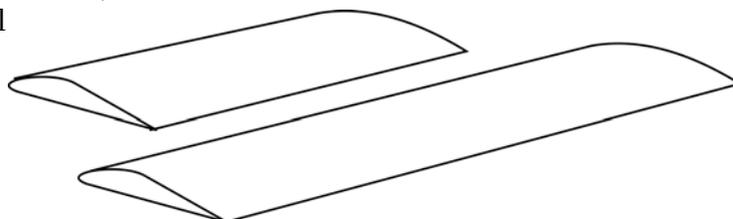
Analyse et conclusions :

Expérience n°7 : Influence de la surface sur la traînée

Objectif : étudier l'influence de la surface de l'aile sur la traînée.

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Différentes sections d'ailes, de même profil et de même corde, mais de longueur de bord d'attaque (donc de surface) différentes sont placées dans la soufflerie à une même vitesse fixée. La portance est relevée pour chaque section.



Section				
Portance				

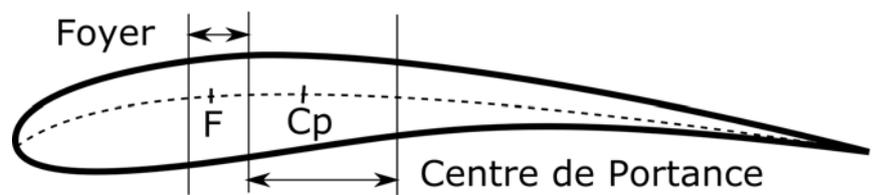
Observations :

Analyse et conclusions :

EXPRESSION DE LA TRAINEE :

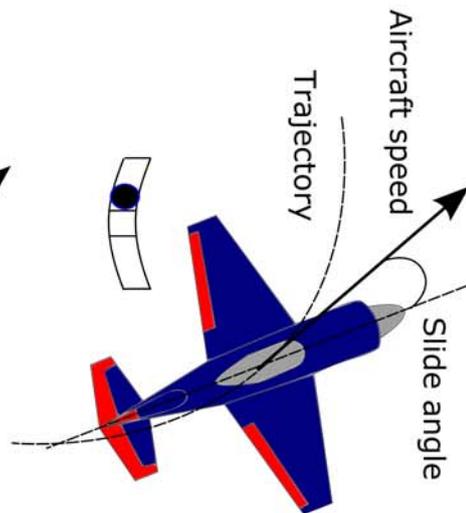
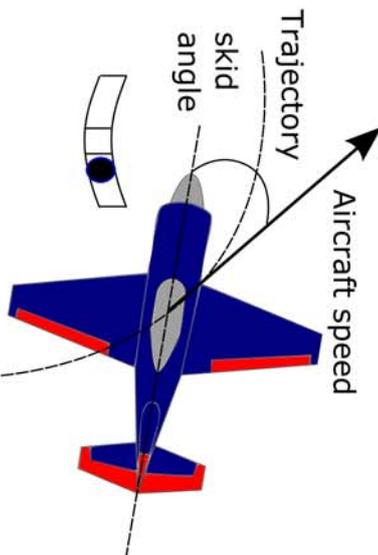
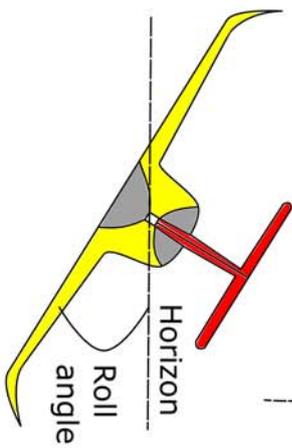
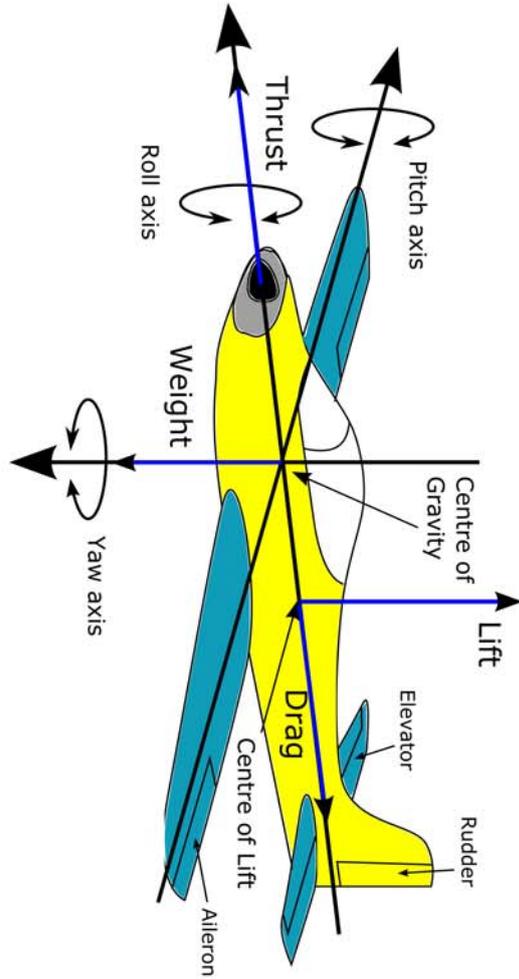
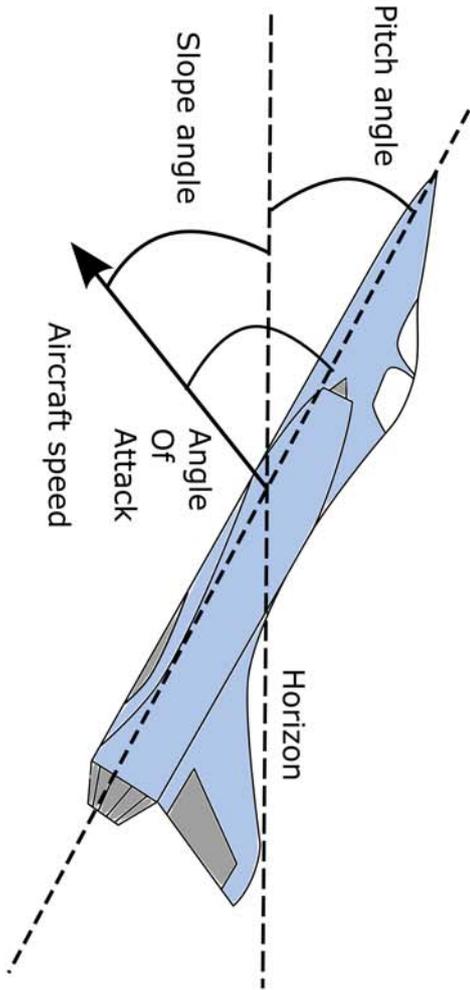
$$R_x = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times v^2 \times C_x$$

Conclusion sur les forces aérodynamiques :



Activité 01 : Les angles et les axes de la mécanique du vol

Cherchez la traduction des termes utilisés dans les schémas suivants.



Expérience n°8 : Influence de l'incidence sur la portance et la traînée

Objectif : étudier l'influence de l'incidence sur la portance et la traînée.

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Un profil d'aile est soumis à un écoulement à vitesse constante. Son incidence est modifiée pour prendre différentes valeurs et la norme de la portance et de la traînée est notée pour chaque valeur d'incidence :

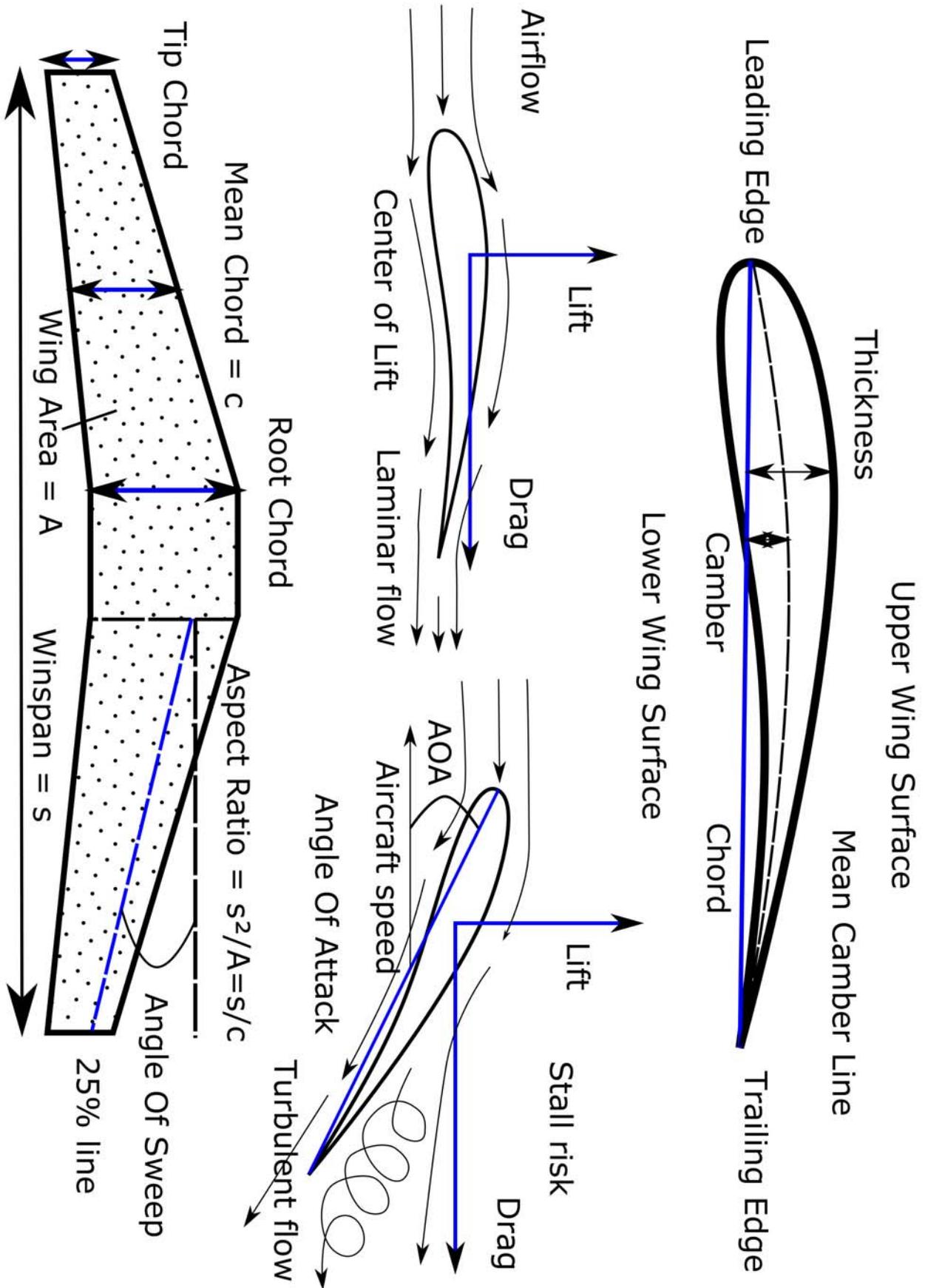
Incidence (°)	-5	0	5	10	15
Portance					
Traînée					

Observations :

Analyse et conclusions :

Activité 02 : Description d'un profil d'aile

Cherchez la traduction des éléments présentés sur les schémas ci-dessous



Utiliser Java Foil pour étudier un profil:



- Lancer le logiciel:
 - cliquez sur l'icône du logiciel
- Paramétrer un profil : onglet Géométrie

Géométrie du profil

Nom: NACA 5412

Créer un profil:

Famille: NACA 4-chiffres (par ex. 2412)

Nombre de points: 61 [-]

Épaisseur t/c: 12 [%]

Position épaisseur maximum xt/c: 30 [%]

Cambrure f/c: 5 [%]

Position cambrure xf/c: 40 [%]

0 [%]

Modifier le profil NACA pour fermer le bord de fuite

Famille de profils à usage général

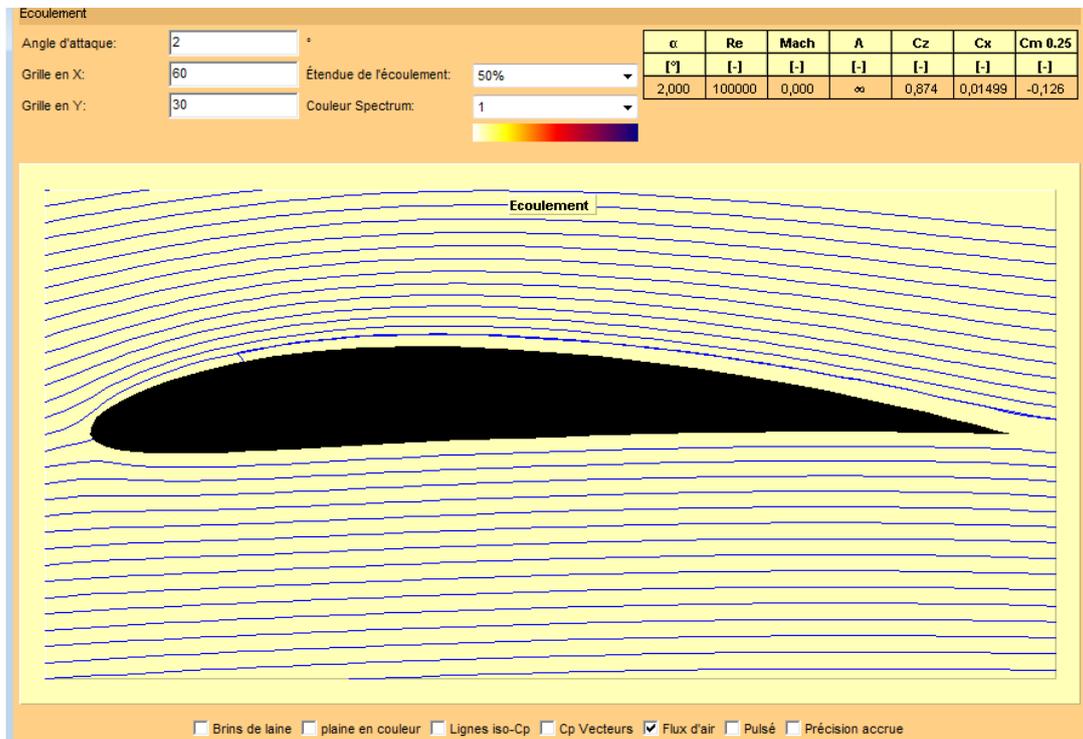
Créer un profil

Forme du profil

Pour permettre l'analyse, le bord de fuite devrait être fermé.

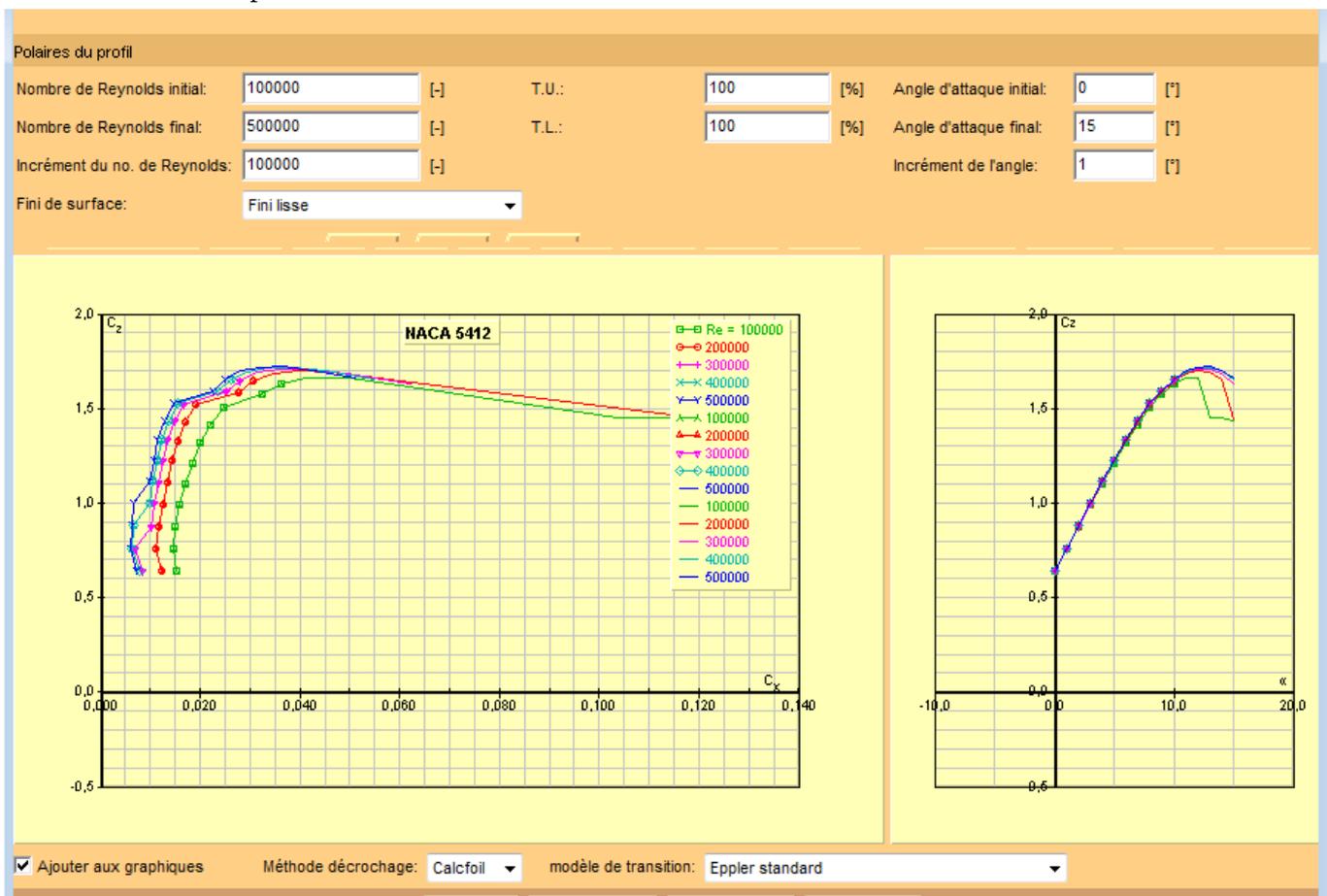
Actualiser Copier (Texte) Coller (Texte) Ouvrir... Sauvegarde... Impression... Compare...

- sélectionnez le type de profil dans la fenêtre « Créer un profil » (NACA 4 ou 5 chiffres)
- paramétrez comme décrit dans la fiche d'activité
- cliquez sur « Créer un profil »
- Observer le profil des vitesses sur les faces du profil : Vitesses
Observez les répartitions de vitesse sur l'intrados et l'extrados des profils. Notez comment ils évoluent avec l'incidence, la différence d'allure entre les différents types de profils et la différence d'évolution.
N'oubliez pas de cliquer sur « Analyser » pour actualiser les calculs.
- Observer l'écoulement d'air autour du profil : Écoulement



Après avoir cliqué sur « Analyser ! », cette fenêtre vous permet de visualiser l'écoulement de l'air autour du profil. Il est possible de modifier l'angle d'incidence.

- Observer la polaire et déterminer le C_z et l'incidence maximum : Polaire



- Ajustez l'incidence maximale à 15° et notez la forme de la polaire.
- Repérez l'incidence de décrochage et le C_z correspondant.
- Modifier un profil pour ajouter des volets : Modifications

JavaFoil

Géométrie **Modifications** Design Vitesses Ecoulement Couche Limite Polaires Avion Options

Modification du profil

Nom:	NACA 0009	Épaisseur b. de fuite	0	[%]	Élément:
Nombre de points:	61	[-]	Pivot x:	25	[%]
Épaisseur t/c:	8,951	[%]	Pivot y:	0	[%]
Cambrure f/c:	3,251	[%]	Rotation:	0	[°]
Multiplier par:	100	[%]	Déplacement x:	0	[%]
Corde du flap x/f/c:	25	[%]	Déplacement y:	0	[%]
Déflexion du flap δ:	10	[°]	Recopier	Effacer	Inverser y
			Smooth y	0,1	

t/c = 8,95 % @ 29,44 %
f/c = 3,25 % @ 75,23 %

(0,0) Pivot (1,0)
(0,996/-0,043)

Les changements d'Épaisseur et Cambrure affectent seulement l'axe des Y.:

Annuler NACA 0009 Copier (Texte)

Prêt

- dans la fenêtre « Déflexion du flap », entrer 10
- chaque clic sur le bouton augmente la déflexion de 10°
- un clic sur « Anuler » permet de revenir un cran en arrière.

Activité 03 : Étude de quelques profils sous Java Foil

Nous allons utiliser le logiciel Java Foil pour comparer les performances de quelques profils. Afin de mener l'étude, référez-vous au document « Utiliser Java Foil ».

Nous allons étudier 5 profils :

- un profil symétrique, le NACA 0009 (profil NACA 4 chiffres)
 - épaisseur relative 09 %
 - cambrure f/c 0 %
 - position de la cambrure xf/c 40 %
- un profil plan convexe NACA 138010 (profil NACA à 5 chiffres)
 - épaisseur relative 10 %
 - coefficient de portance Cz 2
 - position de la cambrure xf/c 40 %
- un profil à faible cambrure NACA 5410 (profil NACA à 4 chiffres)
 - épaisseur relative 10 %
 - cambrure f/c 5 %
 - position de la cambrure xf/c 40 %
- un profil cambré NACA 9410 (profil NACA à 4 chiffres)
 - épaisseur relative 10 %
 - cambrure f/c 9 %
 - position de la cambrure xf/c 40 %
- un profil autostable, à double courbure, NACA 67110 (profil NACA à 5 chiffres aeac reflex)
 - épaisseur relative 10 %
 - coefficient de portance Cz 1
 - position de la cambrure xf/c 35 %

Remplissez le tableau suivant :

	NACA 0009	NACA 138010	NACA 5410	NACA 9410	NACA 67110
Cz max					
Incidence max					
Profil vitesses					

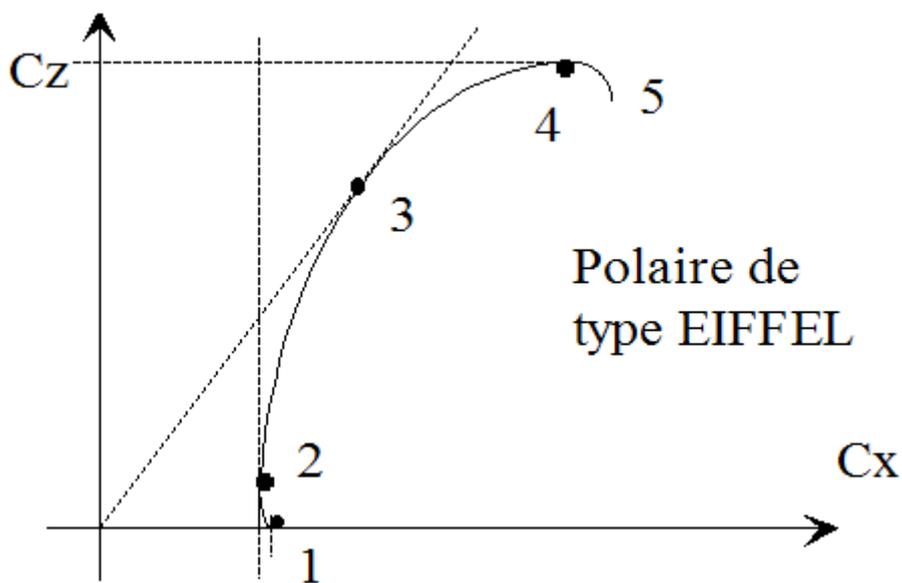
Quelles sont les différences entre ces profils ?

Reprenez le profil NACA 0009 et mettez-lui 10° de volet puis 20°, 30° et 40°. Remplissez le tableau ci-dessous et analysez les résultats :

	NACA 0009	NACA 0009 + 10° Flaps	NACA 0009 + 20° Flaps	NACA 0009 + 30° Flaps	NACA 0009 + 40° Flaps
Cz max					
Incidence max					
Profil vitesses					

Que penser de l'utilisation des volets ?

Petit regard sur la polaire de type EIFFEL :



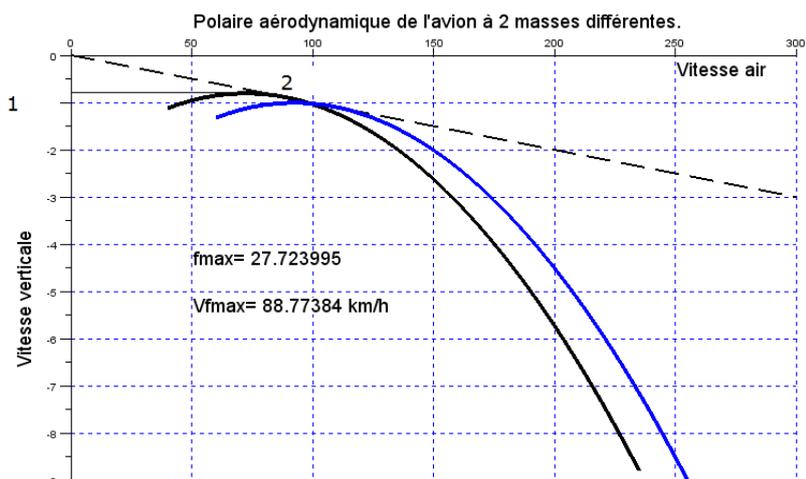
1. Qu'est-ce qu'une polaire de type EIFFEL ? Que représente-t-elle ?

2. Comment obtient-on un point de cette courbe en pratique ?

3. A quelles incidences particulières les points représentés correspondent-ils ?

Petit regard sur la polaire des vitesses :

1. Qu'est-ce qu'une polaire des vitesses ? Que représente-t-elle ?



2. Comment obtient-on un point de cette courbe en pratique ?
3. A quelles incidences particulières les points représentés correspondent-ils ?
4. Que lest l'intérêt pratique de cette polaire ? Par qui est-elle très utilisée ?

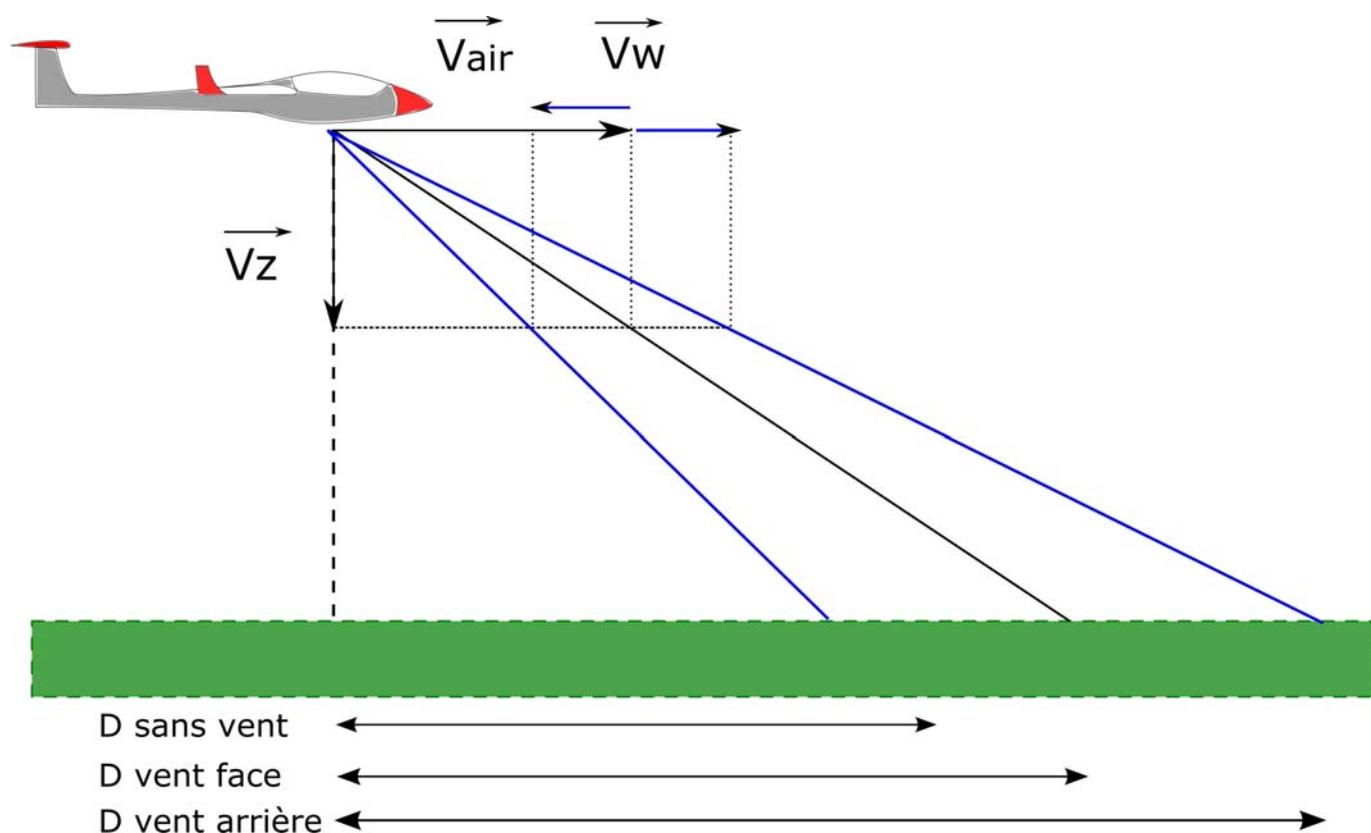
Activité 04 : Comment améliorer les performances d'un profil ?

Nous allons faire des recherches pour trouver quels sont les dispositifs utilisés pour améliorer les performances d'un profil et d'une aile. Vous pouvez faire des recherches sur internet pour trouver les réponses aux questions et présenter des exemples illustrés.

- Qu'est-ce que l'allongement d'une aile ?
- Quels dispositifs utilise-t-on pour augmenter l'allongement sans augmenter l'envergure ?
- Qu'est-ce qu'un dispositif hypersustentateur ?
- Quels sont les dispositifs de bord de fuite existants ? Trouvez des exemples.
- Quels sont les dispositifs de bord d'attaque existants ? Trouvez des exemples.
- Comment peut-on contrôler la vitesse lorsqu'il faut ralentir ? Quels sont les dispositifs existants ? Trouvez des exemples.

Activité 05 : Qu'est-ce que la finesse d'un profil ?

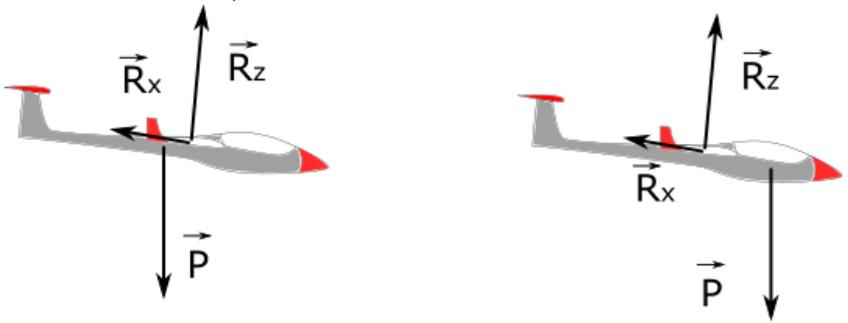
- La finesse d'un profil (et par extension d'un aéronef complet) peut être définie de 4 manières équivalents. Quelles sont ces définitions ?
- Comment la finesse évolue-t-elle avec le poids d'un aéronef ? Comment les performances en sont-elles modifiées ?
- Comment le vent influence-t-il la finesse ? Comment un pilote de vol à voile fait-il évoluer sa vitesse en transition lorsqu'il y a du vent ?



Expérience n°10 : Influence du centrage sur la stabilité longitudinale

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Un planeur centré avant (G en avant de Cp) puis arrière (G en arrière de Cp) est lancé en vol à l'horizontal.

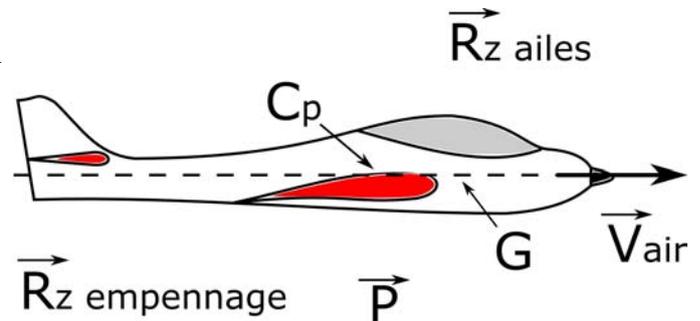


Observations :

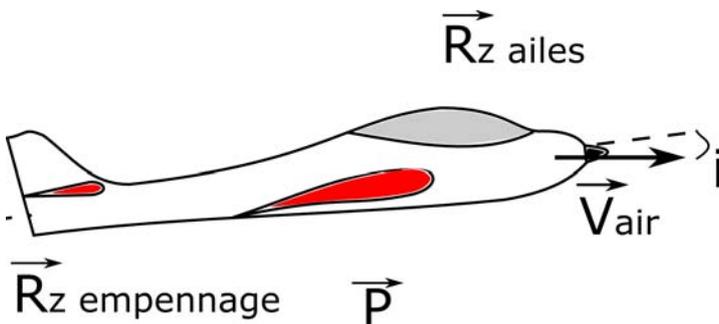
Analyse et conclusions :

Complétez les schémas suivants en y ajoutant les forces et en expliquant ce qui se produit :

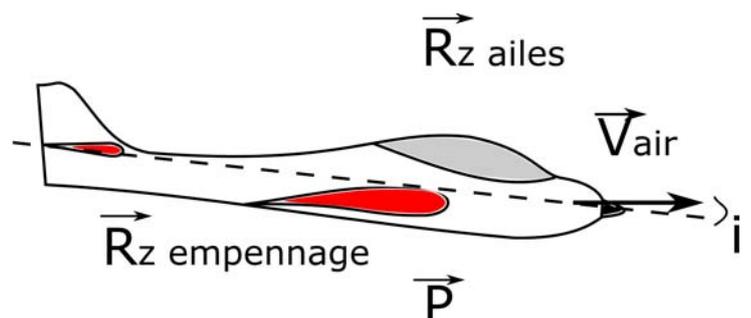
1. L'avion est en vol rectiligne horizontal stabilisé :



2. Une rafale de vent ou une turbulence augmente l'incidence :



3. Une rafale de vent ou une turbulence diminue l'incidence :



Expérience n°11 : Contrôle du tangage

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Observations :

Analyse et conclusions :

Expérience n°12 : Contrôle du roulis

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Observations :

Analyse et conclusions :

Expérience n°13 : Contrôle du lacet

Description de l'expérience (schémas et commentaires) :

Observations :

Analyse et conclusions :

Activité 06 : Découverte des effets secondaires des commandes au simulateur

Nous allons utiliser un simulateur de vol à voile (Condor ou équivalent) pour découvrir les effets secondaires des commandes :

- Commande en tangage :
 - paramétrez le simulateur pour démarrer en vol à bord d'un planeur standard de 15m d'envergure.
 - Stabilisez le vol plané puis tirez légèrement, bien dans l'axe, sur le manche. Notez vos observations :

- Stabilisez le vol plané puis poussez légèrement, bien dans l'axe, sur le manche. Notez vos observations :

Activité 07 : Vérification des études théoriques au simulateur

Nous allons utiliser un simulateur de vol comprenant une représentation des forces aérodynamique (X-Plane ou équivalent) pour contrôler l'évolution des forces aérodynamique lors des phases de vol.

- Pour cela paramétrez le simulateur pour faire un vol en PA38.
 - Dans le menu « Special » d'X-Plane, paramétrez l'affichage des forces aérodynamiques.
 - Observez l'avion depuis l'extérieur (Vue externe) et notez bien la répartition des forces aérodynamiques sur les surfaces portantes en palier.
-
- Entamez un virage et observez la modification des forces aérodynamiques.
-
- Revenez en palier puis changez le sens du virage et notez vos observations.
-
- Revenez en palier puis amorcez une montée stabilisée. Notez l'évolution des forces aérodynamiques.
-
- Revenez en palier puis amorcez une descente et notez vos observations.

Activité 08 : Construction d'une montgolfière

Pour vérifier le principe de la montgolfière nous allons en construire une en papier !

Avant la séance :

- Cherchez sur internet une méthode pour fabriquer une petite montgolfière.
- Faîtes la liste du matériel nécessaire pour la réaliser et communiquez là au professeur

En séance :

- Fabriquez la montgolfière.
- Testez là.
- Notez vos observations.

Activité 09 : Simuler un vol spatial

A l'aide du simulateur de vol spatial « Orbiter », nous allons simuler la mise en orbite de la navette Atlantis... Let's go to the Moon !

Lancez le simulateur de vol spatial Orbiter et sélectionnez la démonstration Atlantis.

A l'aide de la touche F1 vous pouvez changer entre la vue extérieure et le HUD avec les écrans de navigation. Vous pouvez également afficher la carte pour voir la position de la navete par rapport à la planète.

Lancez la simulation et observez les phases de vol. Remarquez la trajectoire de l'orbite prévue qui s'affiche dans l'écran de droite.