



SIMULATEUR DE VOL



Figure A1

Présentation et problématique

Intérêt et principe de fonctionnement des simulateurs de vol

L'apprentissage du pilotage ou la qualification des pilotes sur un nouveau type d'appareil requiert de nombreuses heures de formation "en situation".

A cet effet, le simulateur de vol (Figure A1) se substitue avantageusement au vol réel, tant au niveau du coût de la formation que de l'étendue des situations qui peuvent être reproduites en toute sécurité.

SIMULATEUR « FLY-HO »

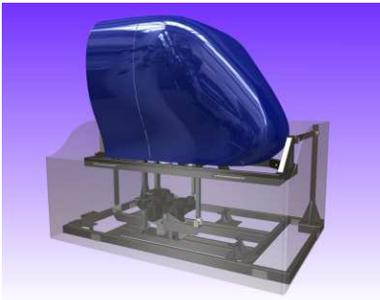


Figure A4



Figure A2



Figure A3

Dans un simulateur, le pilote est isolé du monde extérieur et perçoit uniquement les informations que le simulateur lui communique.

Pour donner la sensation au pilote qu'il est dans un avion réel, le simulateur agit sur **3 aspects** :

1- Donner une vue de l'extérieur qui est le résultat de la simulation de vol. Ce résultat est visualisé sur des écrans LCD (Figure A3) sensés représenter ce que l'on voit au travers des fenêtres du cockpit. Le cerveau du pilote perçoit au travers du système de vision les mouvements de l'avion. Il y a cependant deux lacunes à cette perception : elle est lente et ne permet pas de sentir physiquement les effets de l'accélération.

2- Faire subir au pilote (Figure A2) les effets de l'accélération.

Cette accélération est perçue par le système vestibulaire humain (cavité de l'oreille interne), un peu dans son intensité, mais surtout dans son orientation.

Le simulateur devra donc s'orienter pour donner au pilote la sensation qu'il accélère.

3- La sonorisation reproduit exactement les bruits perçus dans le cockpit (bruit de moteur, bruit de l'air...).

La cinématique des simulateurs les plus complets est basée sur un hexapode (ou plate-forme de Stewart) doté de 6 axes. Ces simulateurs permettent de reproduire :

- les mouvements angulaires de roulis, tangage et lacet ;
- les déplacements longitudinaux, transversaux et verticaux.

Une solution moins coûteuse consiste à n'installer que 3 axes, de façon à ne reproduire que les mouvements principaux de l'avion : roulis, tangage et déplacement vertical.

C'est le principe du simulateur FLY-HO de la société 6mouv, support de cette épreuve.

Etude de la fonction « Lier le cockpit au sol par une structure à 3 Degrés De Liberté »

Le modèle FLY-HO, simulateur 3 axes, reproduit les sensations des principales phases de vol (accélération, décélération, décollage, atterrissage, virages, pertes d'altitude, touché des roues, etc.), en s'appuyant sur 3 des mouvements principaux de l'avion (Figure A5).

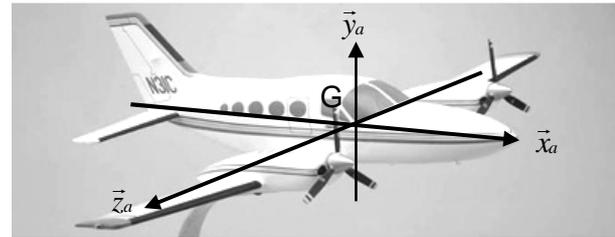


Figure A5

Roulis : rotation autour de l'axe G, \vec{x}_a

Tangage : rotation autour de l'axe G, \vec{z}_a

Déplacement vertical suivant \vec{y}_a .

La figure A6 représente le schéma cinématique spatial du simulateur.

Les bras arrière et avant du simulateur n'ont pas été représentés sur la figure A6 ; ils servent à assurer la liaison du cockpit avec le bâti ; ils ne sont pas motorisés et ne participent pas à la mise en mouvement du cockpit. Les moteurs associés à chacun des axes M1, M2 et M3 ne sont pas non plus représentés.

$(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est la base liée au bâti fixe ; \vec{y}_0 est vertical ascendant ; $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est un repère galiléen ; $(\vec{x}_a, \vec{y}_a, \vec{z}_a)$ est la base liée au cockpit.

Hypothèse :

Le point G, centre d'inertie du pilote est supposé immobile pour les mouvements de roulis et de tangage.

On notera : Y+ : le déplacement vertical d'un point A_i suivant l'axe des \vec{y}_0 positifs.

Y- : le déplacement vertical d'un point A_i suivant l'axe des \vec{y}_0 négatifs.

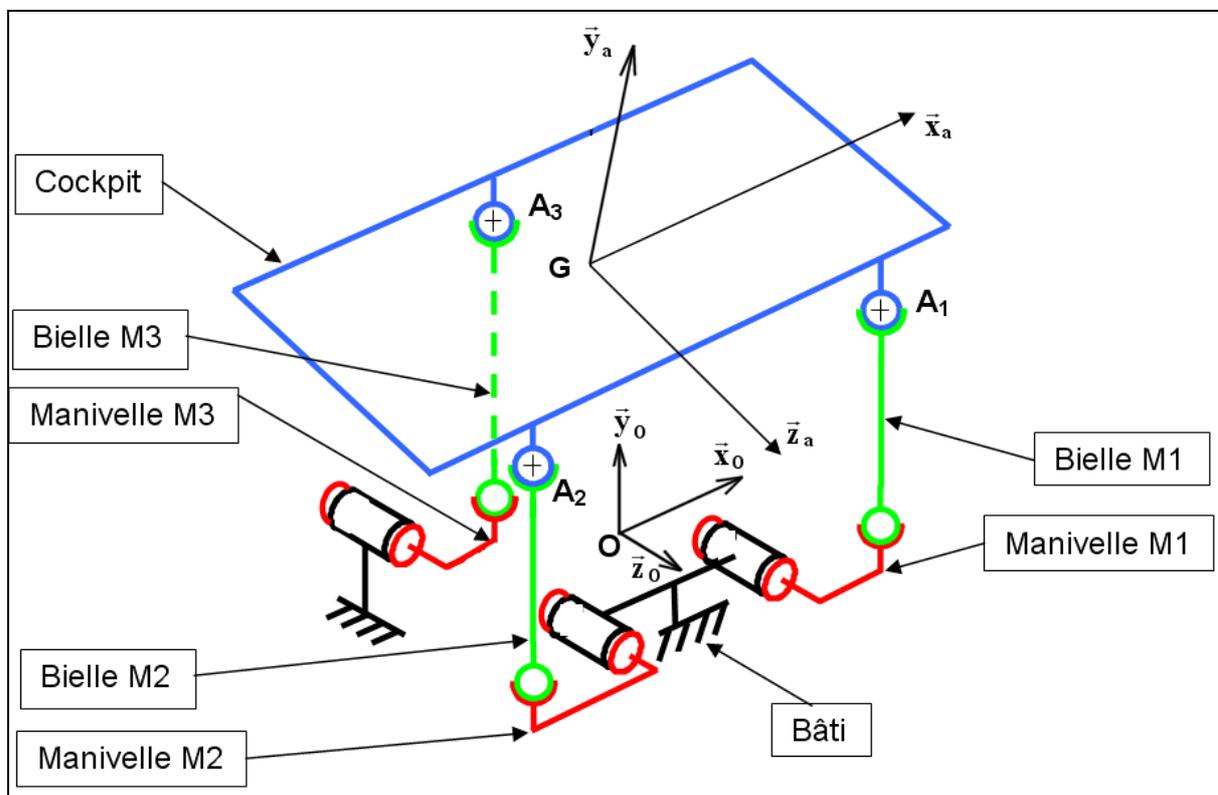


Figure A6

Question 1 : Reproduire et compléter le tableau des mouvements du cockpit ci-dessous en indiquant les déplacements des points A_i (centres des rotules) :

| | DEPLACEMENT VERTICAL >0 | ROULIS >0 | TANGAGE >0 |
|-------|-------------------------|-----------|------------|
| A_1 | Y+ | | |
| A_2 | | | |
| A_3 | | | |

Question 2 : Reproduire le schéma cinématique du simulateur sur votre copie puis le compléter avec les bras avant, arrière et les liaisons de ces bras (avec le cockpit d'une part et le bâti d'autre part) à partir des données des document DT 1 et DT2.

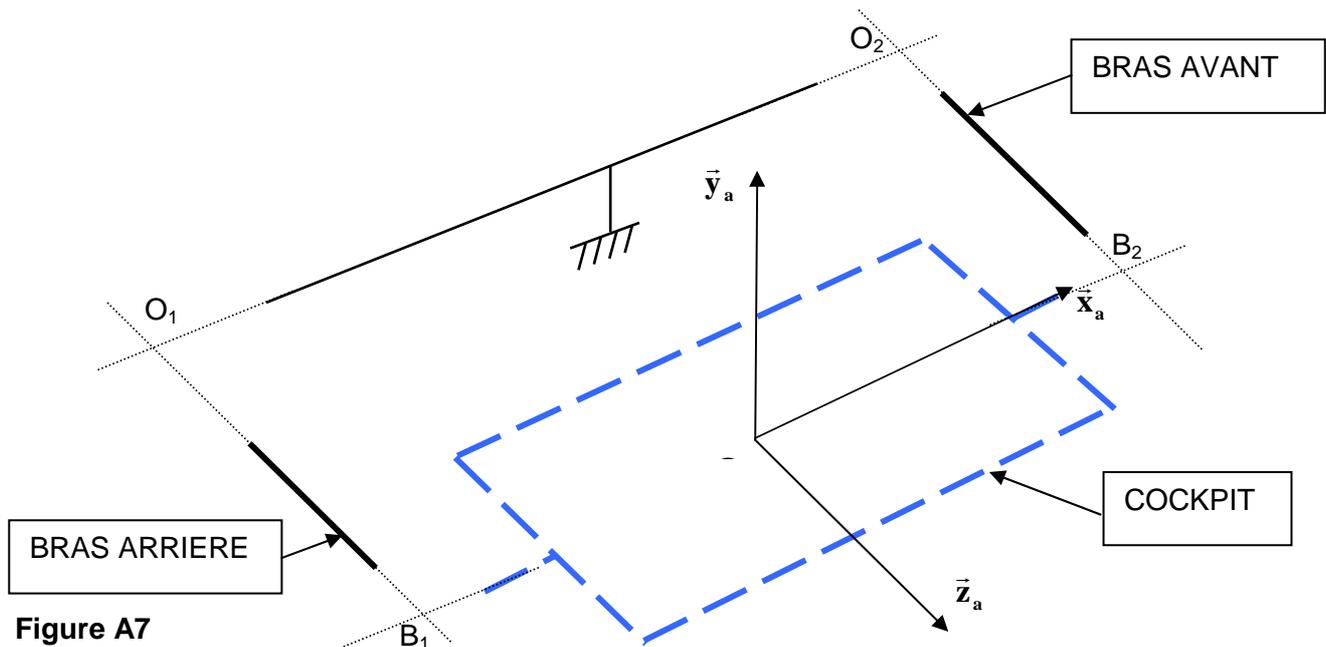


Figure A7

Question 3 : Déterminer la liaison équivalente entre le cockpit et le bâti réalisée par le bras arrière au point B_1 . Préciser ses caractéristiques géométriques à partir des points et des axes définis figure A6.

Question 4 : Déterminer de même la liaison équivalente entre le cockpit et le bâti réalisée par le bras avant. Préciser ses caractéristiques géométriques.

Question 5 : Cette question porte sur la liaison équivalente entre le cockpit et le bâti réalisée par l'assemblage des deux liaisons équivalentes précédentes entre le cockpit et le bâti. On pose $\overrightarrow{B_1 B_2} = L\vec{x}_a$.

Exprimer le torseur d'action mécanique transmissible par cette liaison au point B_1 , puis son torseur cinématique et vérifier qu'il est bien compatible avec les mobilités utiles du mécanisme (roulis, tangage et déplacement vertical).

Question 6 : On prend en compte les 3 axes du simulateur, ainsi que la liaison équivalente étudiée à la question précédente. Recenser en les justifiant les mobilités internes du mécanisme de commande des déplacements du cockpit.

Question 7 : En déduire le degré d'hyperstatisme global du mécanisme. Justifier le choix de ce type de montage par le concepteur.

