

ETUDE DU DRONE PARROT

Présentation

L'AR.Drone est un quadricoptère constitué d'un cockpit central, de quatre hélices motorisées et de deux petites caméras (Fig. 1). La première, positionnée sous la structure, permet de mesurer la vitesse de l'appareil et de réaliser des vols stationnaires, tandis que la seconde, en position frontale, retransmet en continu ce qu'elle filme sur l'écran d'un smartphone ou d'une tablette compatible iOS et Android. Ces images sont retransmises en temps réel au pilote au sol. La liaison entre le quadricoptère et le terminal mobile de l'utilisateur est assurée par une connexion Wi-Fi.

Grâce à l'accéléromètre, système capable de réagir aux mouvements de l'utilisateur, l'AR.Drone se pilote en inclinant son terminal mobile vers l'avant (pour avancer), ou sur le côté (pour effectuer un virage). Des commandes tactiles à l'écran permettent également de réaliser des figures plus complexes, comme monter, descendre, reculer, pivoter, etc.

Pour protéger l'appareil en cas de choc contre un obstacle (fig. 2), Parrot dispose d'une protection entourant les hélices ainsi que le cockpit. La structure a également été conçue pour réduire la prise au vent lors des vols en extérieur.



Fig. 1



Fig. 2

Principe de fonctionnement

En tournant, les hélices créent des forces de sustentation permettant au drone de se mouvoir dans l'espace.

Mais le couple induit par l'action de chaque moteur sur le rotor tend à faire tourner le drone sur lui-même. Pour compenser ces couples induits, 2 hélices opposées tournent dans le sens horaire et les 2 autres dans le sens antihoraire.

Efforts extérieurs agissant sur le drone

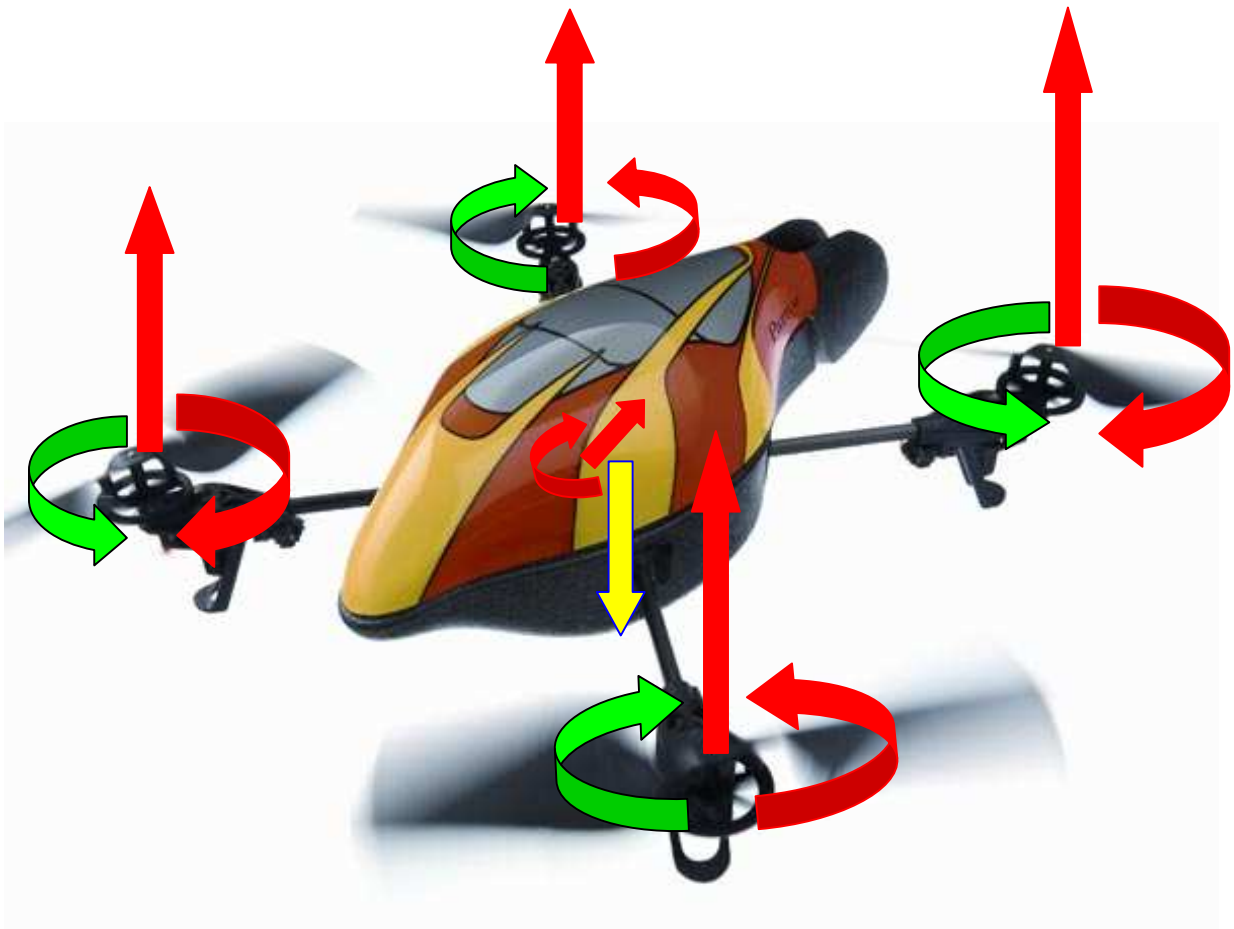


Fig. 3 : efforts extérieurs agissant sur le drone

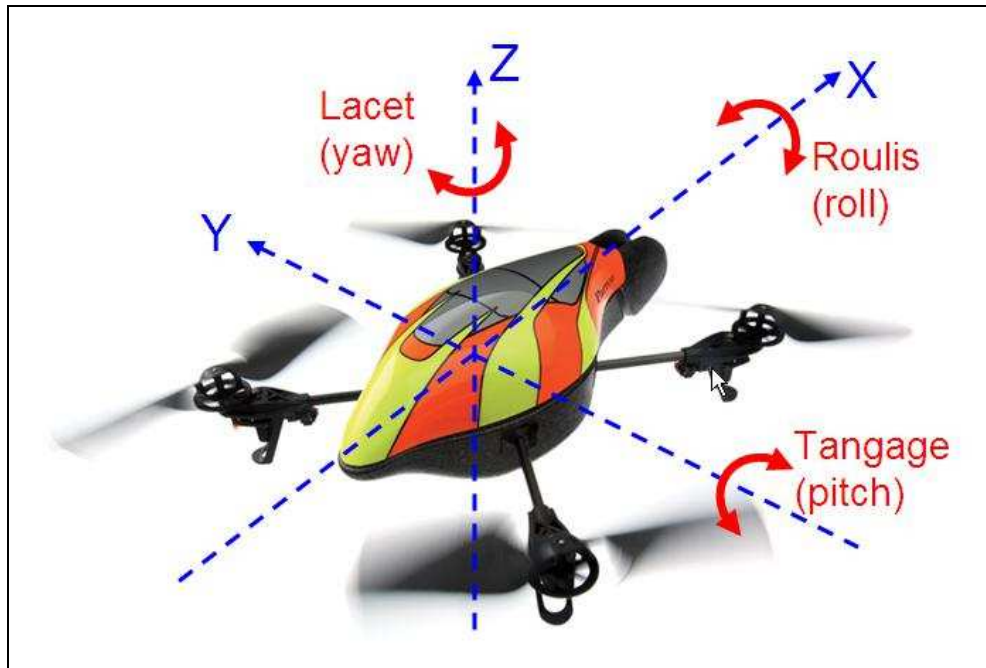
En vert : sens de rotation des hélices

En rouge : efforts aérodynamiques agissant sur les hélices et le cockpit

En jaune : effort de pesanteur sur le drone

Hypothèses : dans un but de simplification de l'étude, les efforts aérodynamiques agissant sur les hélices sont supposés proportionnels aux vitesses de rotation.

Pilotage du drone



Déplacement vertical

Pour modifier l'**altitude** du drone, il suffit de faire varier simultanément la vitesse de rotation des 4 hélices.

Déplacements avant arrière, droite gauche

Il suffit de donner une inclinaison du drone vers l'avant pour le faire avancer (**tangage**), et sur le côté (**roulis**) pour une translation à droite ou à gauche. La résultante des efforts de sustentation présente alors une composante dans le plan horizontal.

Le tangage avant s'obtient en diminuant la vitesse de rotation des hélices avant et en augmentant la vitesse de rotation des hélices arrière (ainsi la somme des 4 efforts verticaux est inchangée et cela permet de conserver l'altitude).

Le roulis sur la gauche s'obtient en diminuant la vitesse de rotation des 2 hélices gauches et en augmentant la vitesse de rotation des 2 hélices droites.

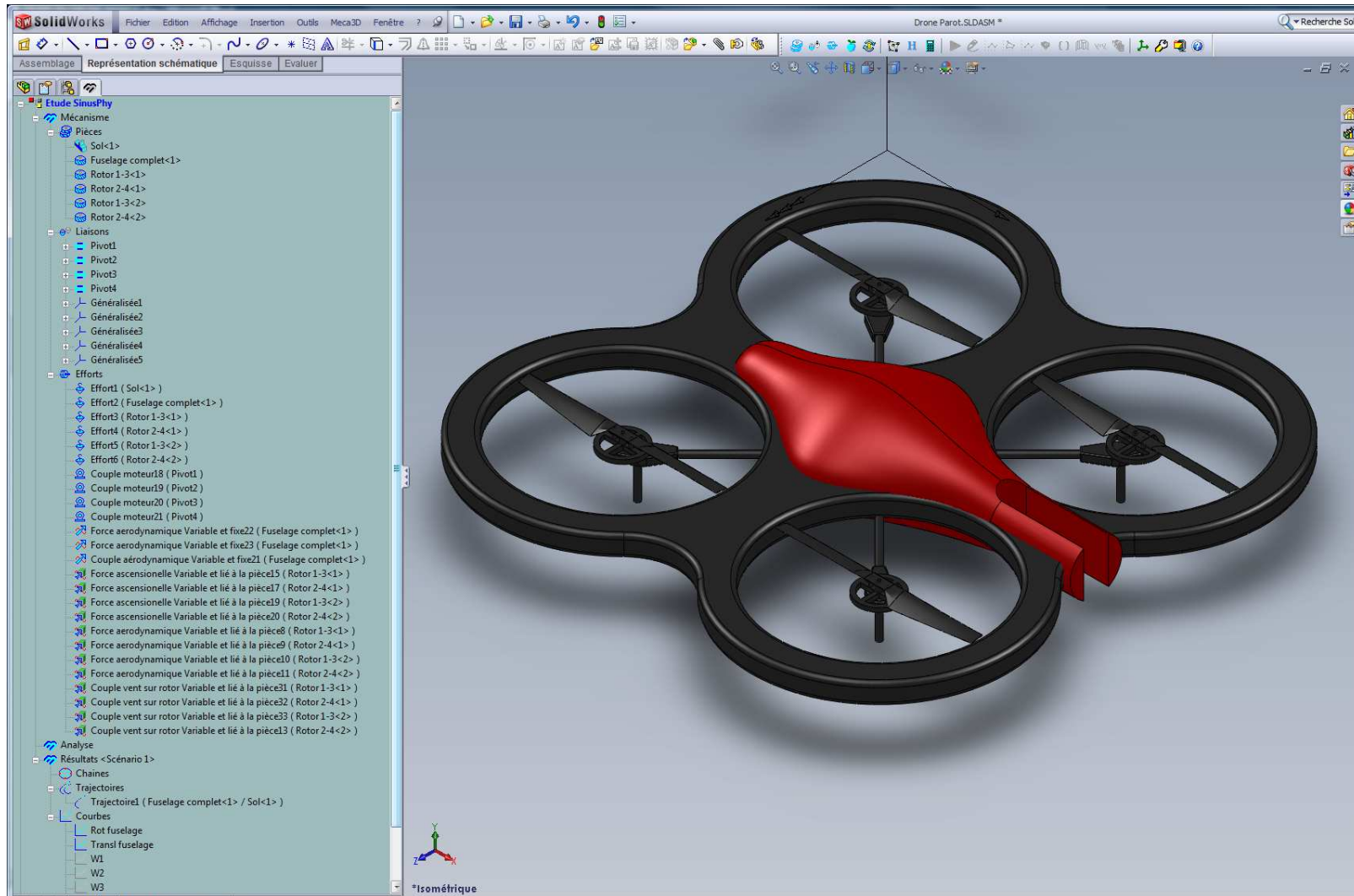
Rotation sur son axe de lacet

Le lacet dans le sens horaire s'obtient en augmentant la vitesse de rotation des hélices avant droite et arrière gauche et en réduisant la vitesse de rotation des hélices avant gauche et arrière droite. Le moment résultant en projection sur l'axe vertical des couples exercés par l'air sur le drone est alors négatif.

Etude avec SINUSPHY et MECA3D

Modèle MECA3D

L'étude dynamique n'étant pas particulièrement simple, nous nous proposons de lier le modèle **SINUSPHY** au modèle numérique **Méca3D** sous **SolidWorks**.



Modèle SINUSPHY

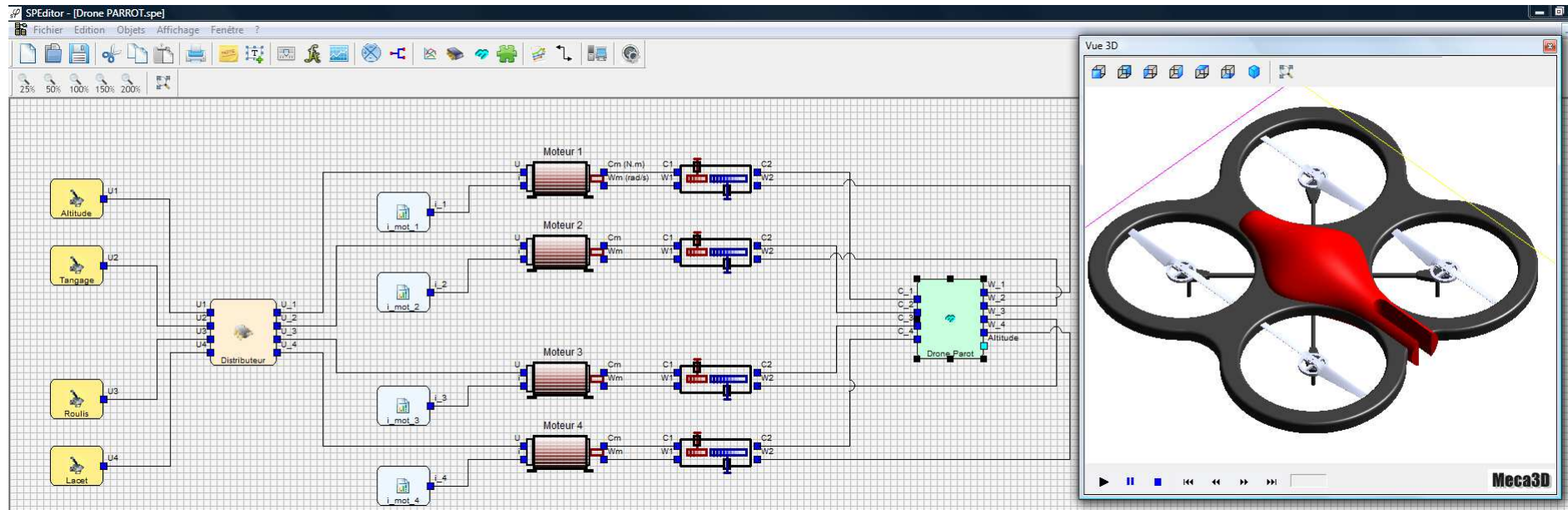
Après avoir exporté le modèle Méca3d, (fichier Parrot.mdf) vers SINUSPHY, on construit le modèle « Drone PARROT.spe ».

Remarque : ce modèle n'est pas asservi comme le système réel. La construction du modèle asservi pourrait faire l'objet d'une prochaine étude ...

On trouve les composants suivants :

- Un composant Méca3D « Drone Parrot » associé au fichier Parrot.mdf
- 4 moteurs et 4 réducteurs (éléments de bibliothèque)
- Un composant « distributeur »
- 4 curseurs permettant de faire varier la tension d'alimentation des moteurs et ainsi d'agir sur l'altitude, le tangage, le roulis et le lacet

Une fenêtre fait apparaître le mécanisme dont l'animation est simultanée au calcul.

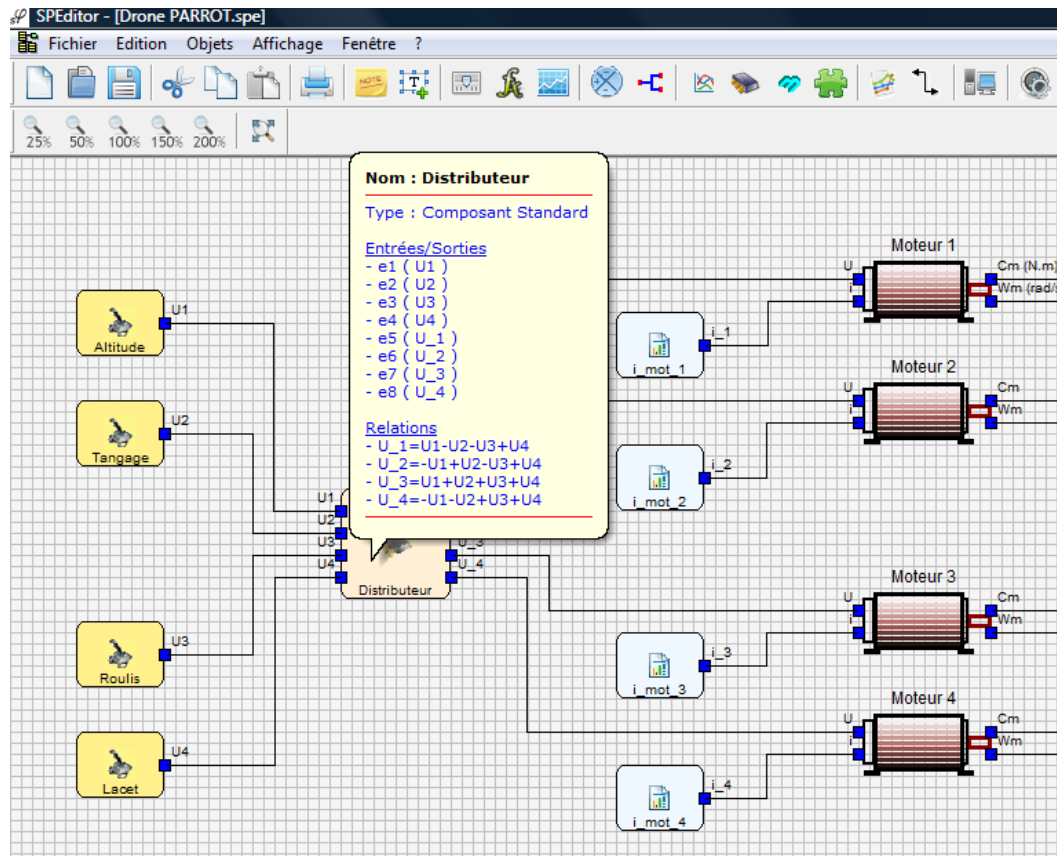


Le couple en sortie du réducteur arrière gauche (ARG) est associé aux « Couple moteur18 » exercé dans la liaison Pivot1.

La vitesse de rotation en sortie du réducteur ARG est associée à la vitesse relative Rx dans la liaison Pivot1.

De même, pour les réducteurs arrière droit (ARD), avant droit (AVD) et avant gauche (AVG), les couples et vitesses de sortie sont associés aux couples moteurs et vitesses dans les pivots 2, 3 et 4.

Le composant « Distributeur » permet de gérer la tension d'alimentation des moteurs en fonction des mouvements désirés.



Toujours dans un but de simplification de l'étude, on considère que les tensions d'alimentation des moteurs 1, 2, 3 et 4 sont des fonctions linéaires des tensions U1, U2, U3 et U4 :

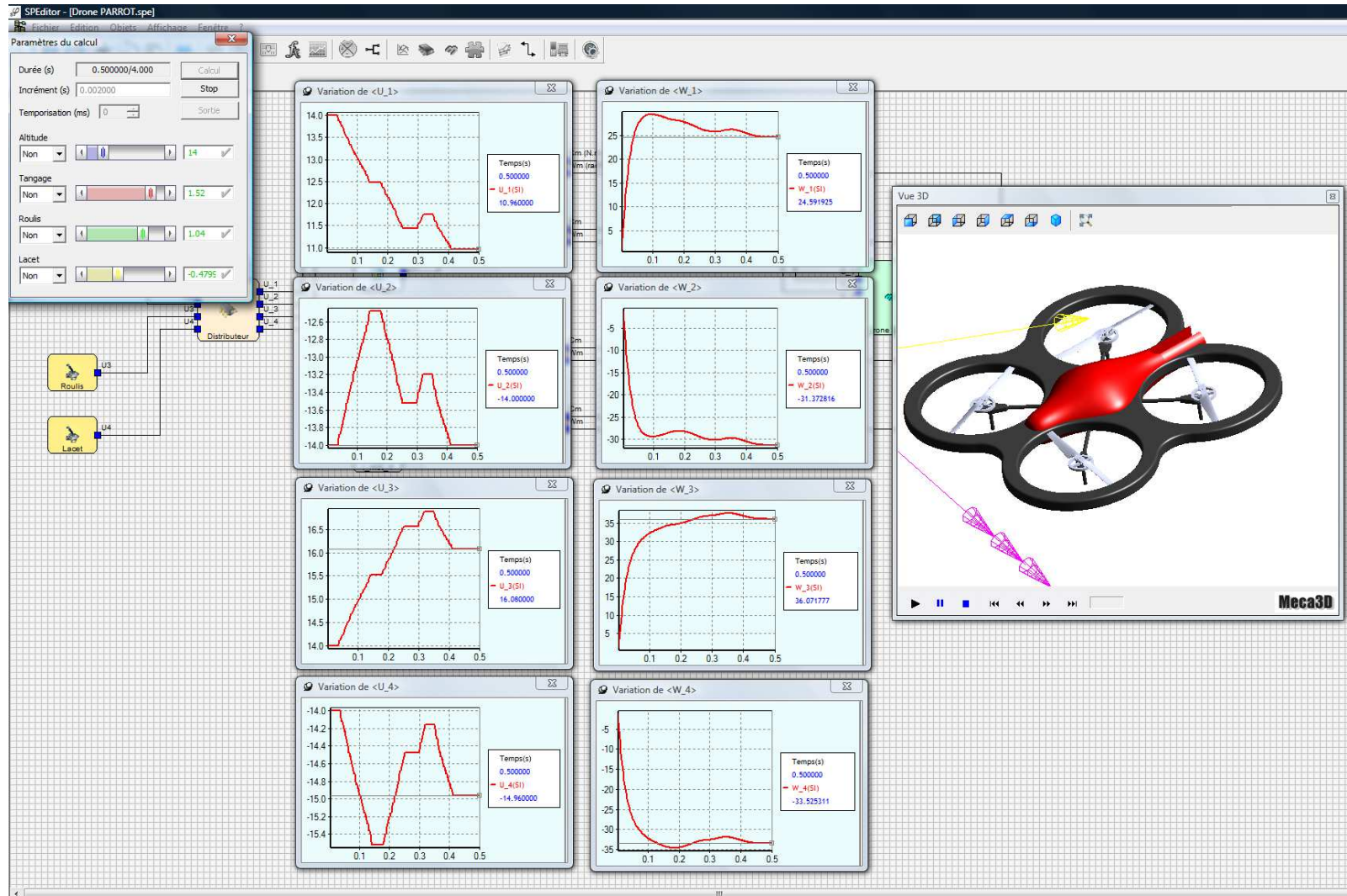
$$U_1 = U1 - U2 - U3 + U4$$

$$U_2 = -U1 + U2 - U3 + U4$$

$$U_3 = U1 + U2 + U3 + U4$$

$$U_4 = -U1 - U2 + U3 + U4$$

Exemple de résultats



Conseil : lorsque l'on agit par exemple sur le curseur de tangage en valeur positive, le fait de ramener le curseur à zéro permet de conserver l'angle d'inclinaison. Pour revenir à une position horizontale, il faut déplacer le curseur en valeur négative puis à zéro.