

**Examen Inertiel, ENSI 2.**  
Luc Jaulin, ENSTA-Bretagne

Le lundi 21 novembre 2022. Appareils électroniques interdits.  
Notes manuscrites autorisées  
Durée: 60 minutes.

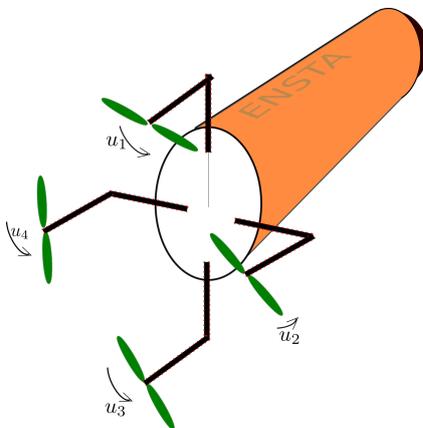
---

**Exercice 1.** On considère une sphère homogène tournant sur elle-même dans l'espace et sans forces extérieures. Son vecteur de rotation exprimé dans son propre repère est noté  $\omega_r$ . Son orientation est notée  $\mathbf{R}$ .

- 1) Donner l'équation différentielle régissant l'évolution de  $\mathbf{R}$  en fonction du temps.
- 2) Sachant que l'orientation initiale de la sphère est  $\mathbf{R}_0$  et que le vecteur de rotation initial exprimé dans le repère du monde est  $\omega$ . Donner une expression temporelle  $\mathbf{R}(t)$  en fonction de  $\mathbf{R}_0$  et  $\omega$ .

---

**Exercice 2.** On considère la torpille sous-marine de la figure



Elle possède 4 propulseurs parallèles.

- 1) Donner un modèle d'état pour cette torpille.
- 2) On souhaite que la torpille se tienne à l'horizontal à 10 m de profondeur. Quels capteurs sont strictement nécessaires?
- 3) Proposer une loi de commande permettant de réaliser cette tâche.