



THÉORIE DES MÉCANISMES

TD

CPGE
PTSI-PT
Lycée Jean Zay - Thiers

Compétences visées: B2-17, B2-18
Séquence 12 - Théorie des mécanismes

v1

Lycée Jean Zay - 21 rue Jean Zay - 63300 Thiers - Académie de Clermont-Ferrand

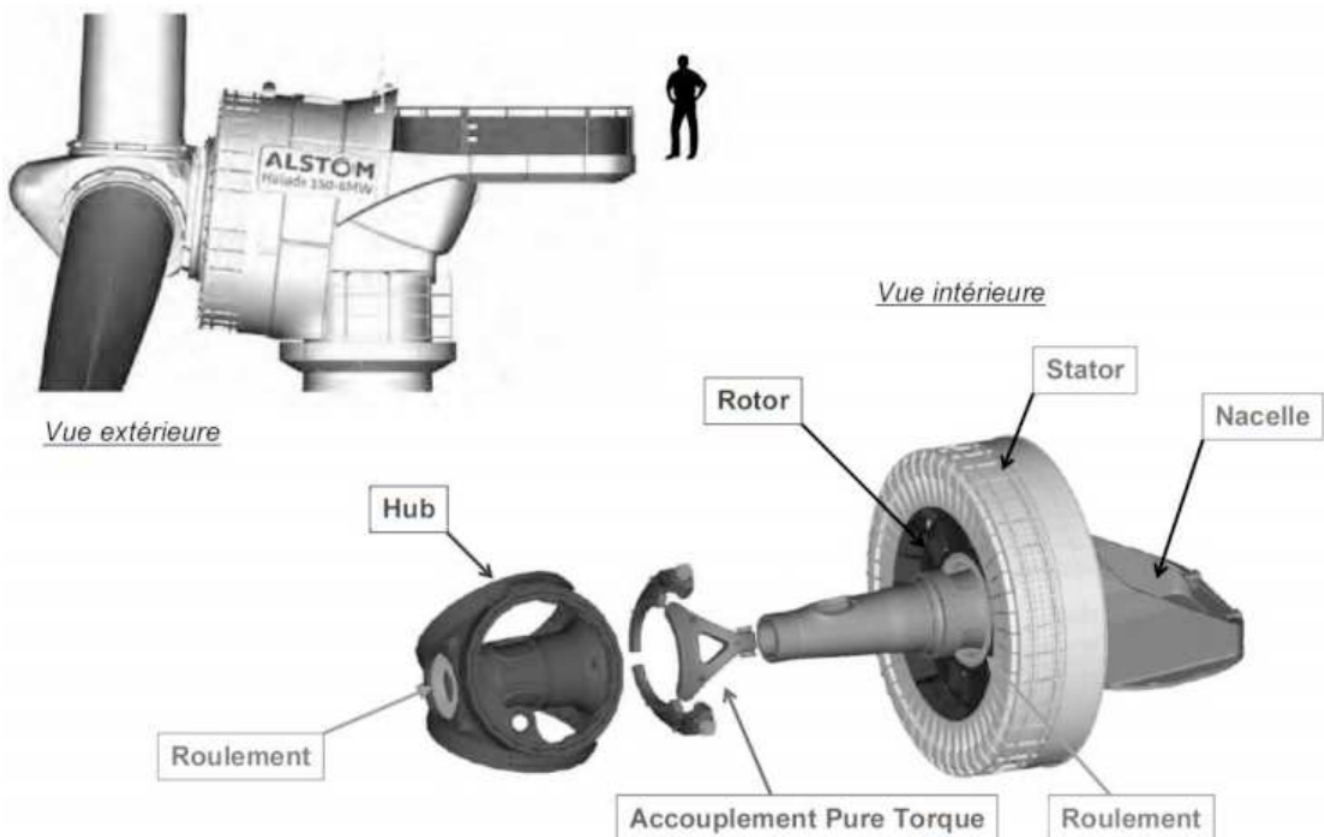
ÉOLIENNE OFFSHORE

Nous proposons d'étudier dans ce sujet la plus grande éolienne du monde, l'éolienne Haliade 150 d'une puissance de 6MW, produite par Alstom (figure ci-dessus). Cette éolienne en mer de nouvelle génération est capable d'alimenter en électricité l'équivalent d'environ 5000 foyers par unité.



Pour répondre aux contraintes strictes imposées par l'environnement marin, Alstom a développé une éolienne simple, robuste et efficace. Cette éolienne fonctionne sans boîte de vitesse grâce à un entraînement direct breveté par Alstom, le système PURE TORQUE (figure ci-dessous). Ce système protège l'alternateur grâce à un report des efforts mécaniques indésirables du vent vers le mât de l'éolienne,

ce qui en optimise la performance. Enfin, l'Haliade 150 présente une productivité accrue grâce à des pales de 73,50 m, parmi les plus longues au monde, qui constituent le gage d'un meilleur facteur de charge.



Transmission du couple par le système Pure Torque

Nous proposons dans cette partie d'étudier des dispositifs de transmission du couple du hub vers le rotor de l'alternateur. Le maintien d'un bon rendement de cet alternateur passe par la maîtrise de son entrefer qui est de l'ordre de quelques millimètres.

Pour assurer une faible valeur de cet entrefer ainsi que peu de variation, la liaison pivot du rotor de l'alternateur doit supporter un chargement bien déterminé et stable. Pour cela, il est nécessaire de filtrer les efforts transmis du hub au rotor qui solliciteraient le guidage en rotation de ce dernier. Ces efforts « indésirables » peuvent provenir des sollicitations que subit le hub répercutées sur le rotor ou bien d'un défaut d'alignement entre le hub et le rotor.

Le système PURE TORQUE développé par ALSTOM permet de transmettre un couple pur au rotor de l'alternateur suivant son axe de rotation. Mais avant de présenter ce système, nous allons étudier d'autres dispositions possibles.

La solution la plus simple est d'envisager une transmission rigide par un unique contact ponctuel comme présenté sur le document ressource 1.

- **Q1** Faire le graphe des liaisons relatif à la modélisation du document ressource 1 Donner son degré d'hyperstatisme h en précisant la démarche utilisée.
- **Q2** Montrer par le PFS en quoi une telle disposition, en plus de transmettre un couple au rotor, sollicite la liaison pivot entre le rotor et la nacelle. Pour cela nous supposons le fonctionnement de l'éolienne en régime permanent (hypothèse conservée par la suite).

Comme dit précédemment, il est important de ne transmettre qu'un couple pur au rotor de l'alternateur suivant son axe de rotation par rapport à la nacelle. Le document ressource 2 présente dans ce but une transmission par 3 contacts ponctuels équi-répartis.

- **Q3** Que devient le degré d'hyperstatisme de cette évolution ?
- **Q4** A quelle condition sur les efforts au niveau des contacts ponctuels peut-on avoir transmission d'un couple pur ?
- **Q5** En cas d'un défaut d'alignement, peut-on toujours envisager la transmission d'un couple pur ? Expliquer.

Une solution plus complexe est alors envisagée sur le document ressource 3.

- **Q6** Quel est le nom de cette solution ?
- **Q7** Donner le degré d'hyperstatisme de cette nouvelle modélisation.

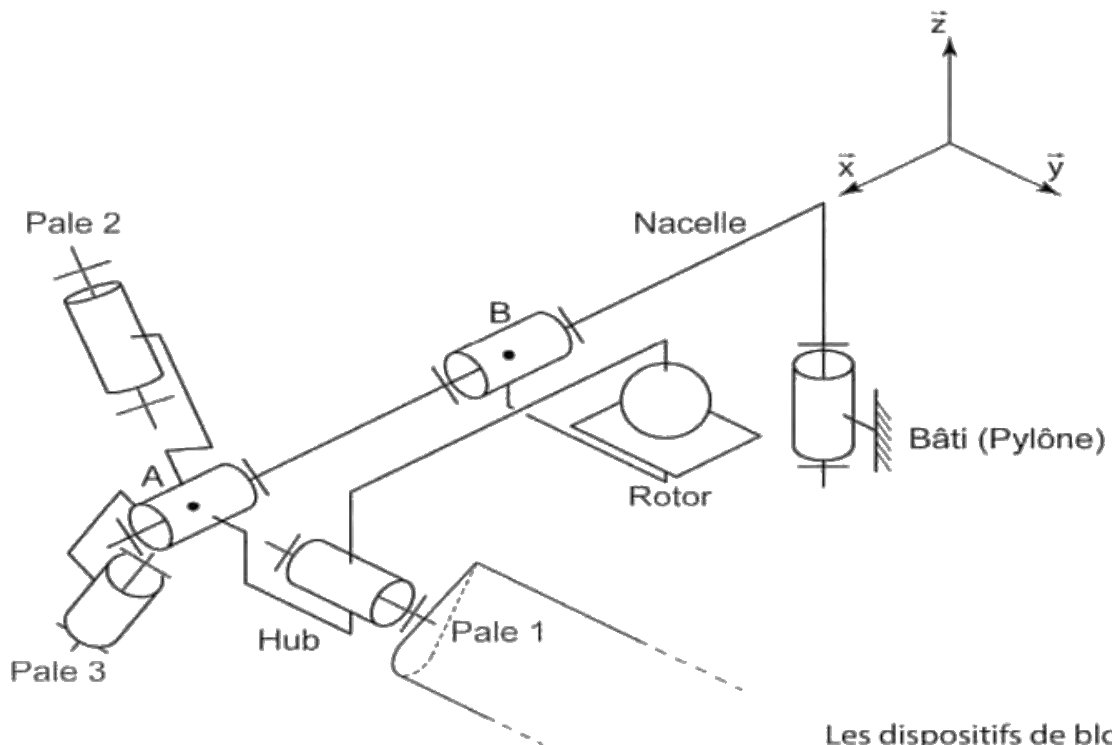
Il reste à vérifier que cette solution permet la transmission d'un couple pur. Pour cela on admettra que les masses des solides pourront être négligées et on se limitera à une étude statique dans la disposition du document ressource 3.

- **Q8** Montrer que, sous ces hypothèses, seule la transmission d'un couple pur est réalisée entre le hub et le rotor.



Document technique 1

Première solution



Les dispositifs de blocage des liaisons pivots Hub/Pales et Bâti/Nacelle ne sont pas pris en considération dans ce schéma.

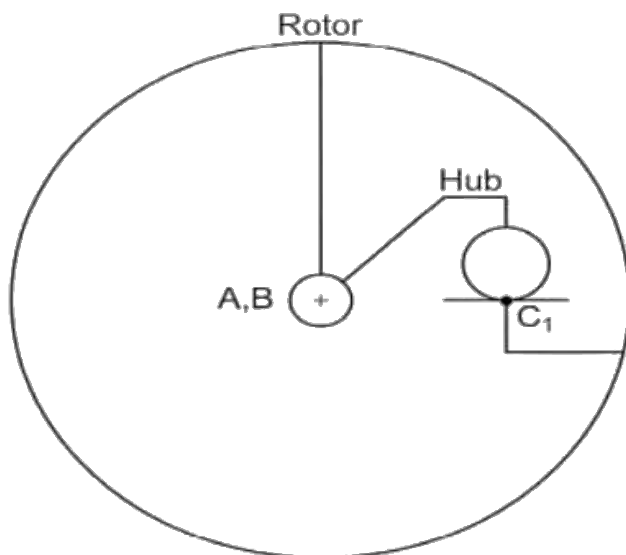


Schéma partiel où seuls le hub et le rotor sont représentés en liaison avec la nacelle.

Document technique 2

Deuxième solution

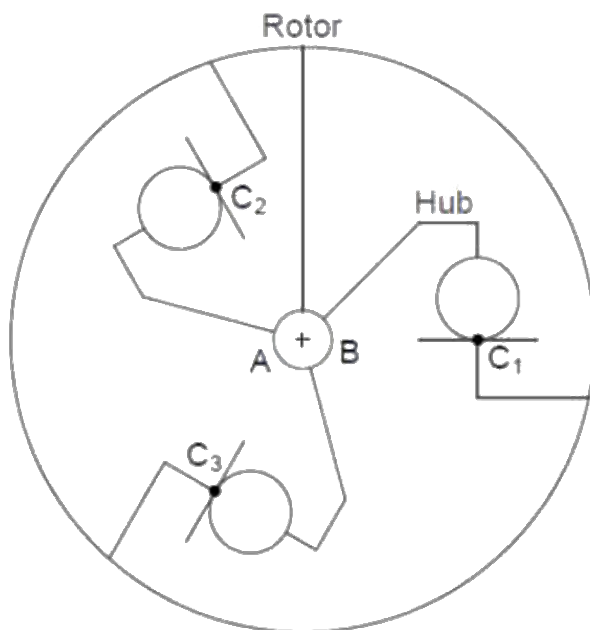
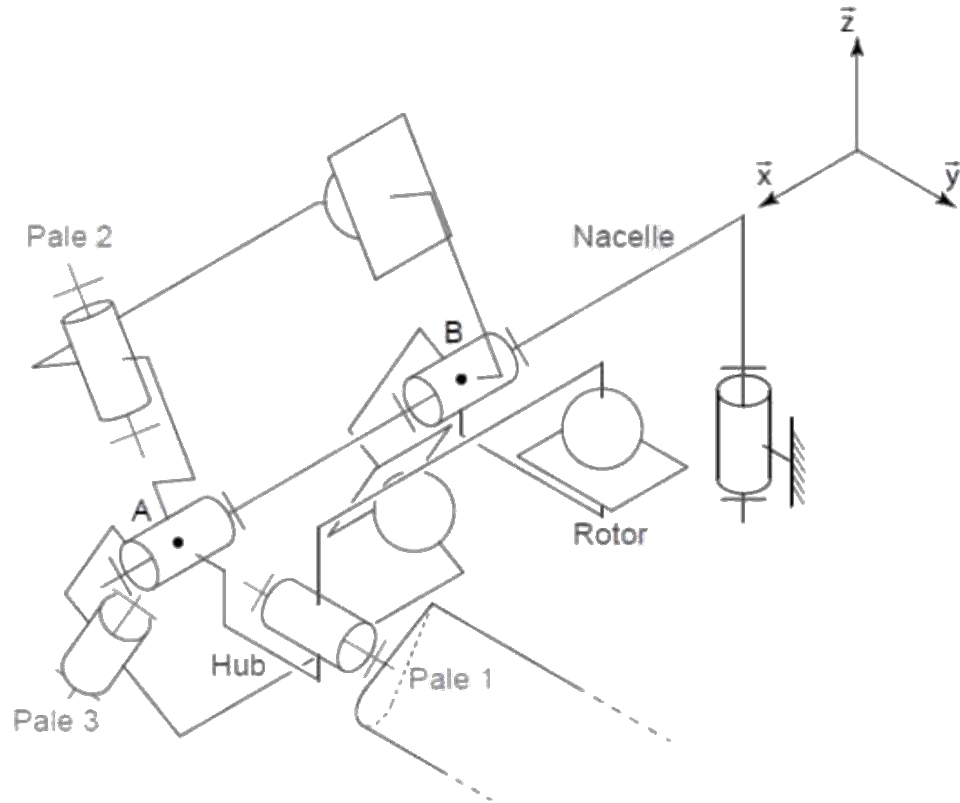


Schéma partiel où seuls le hub et le rotor sont représentés en liaison avec la nacelle.

