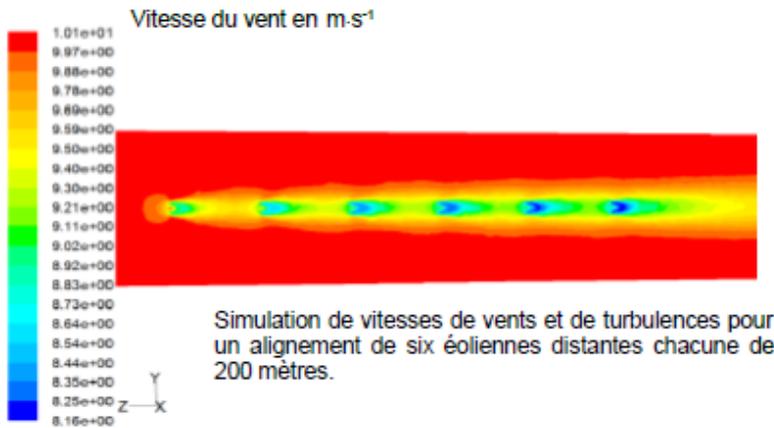


Etude d'un projet de parc éolien – Documents techniques

DT1 : Simulation de vitesse de vents et de turbulences d'un parc éolien



Le terme « turbulence » désigne la perturbation de la vitesse des vents.

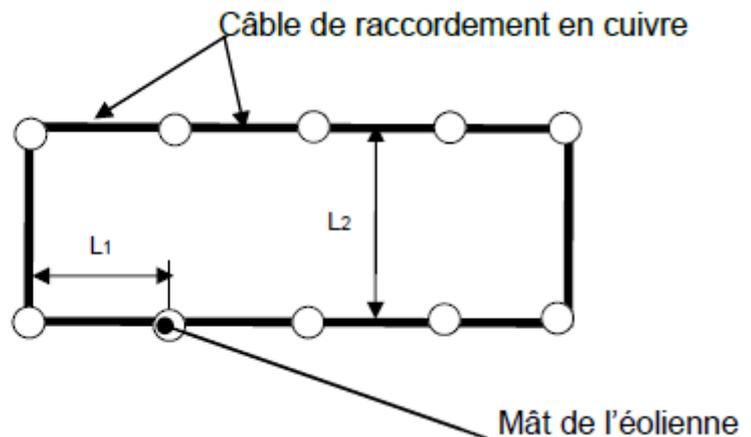
DT 2 : Schéma d'implantation des aérogénérateurs dans le parc éolien

Vue de dessus du parc de 10 éoliennes

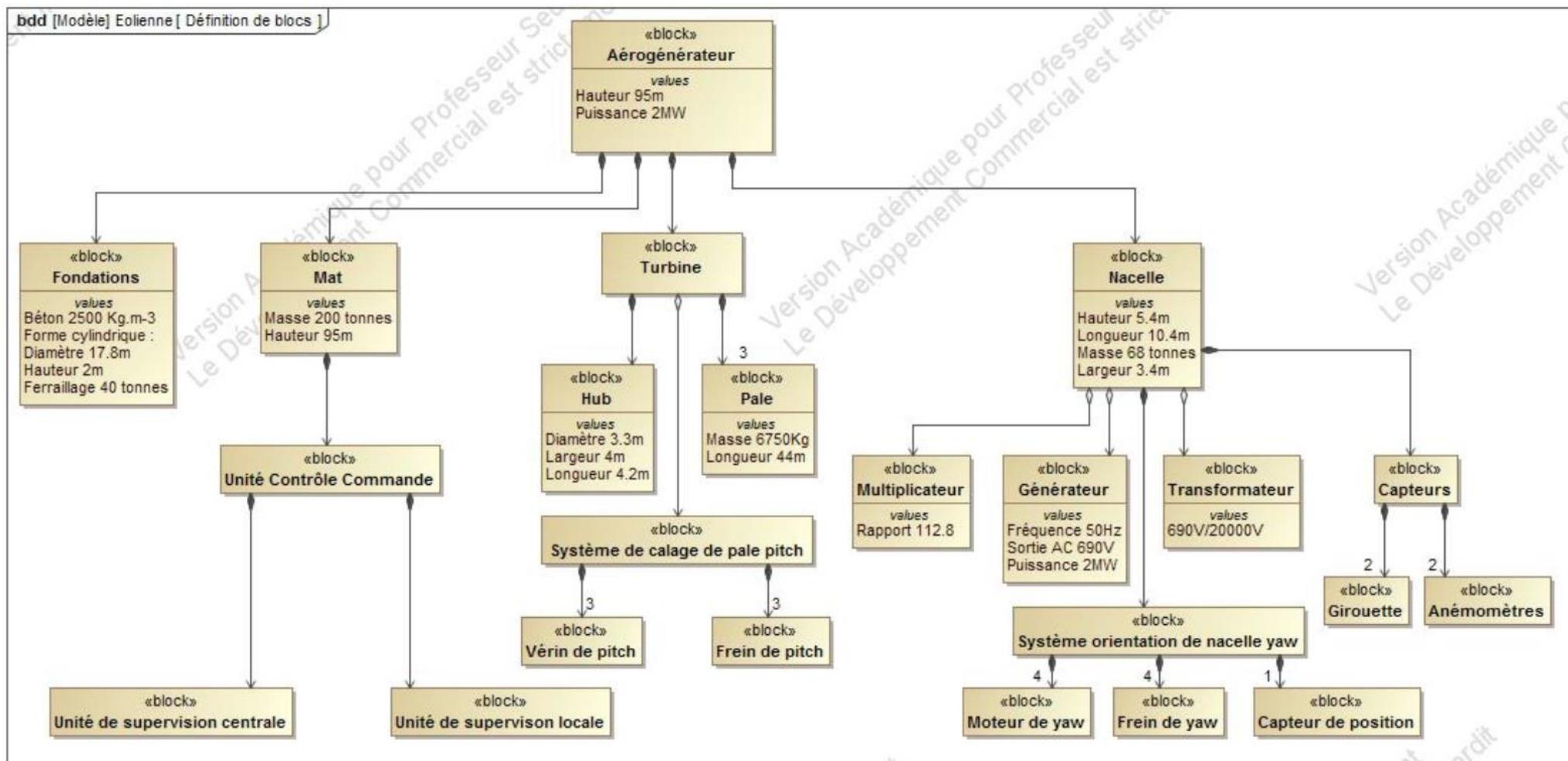
Distance entre éoliennes

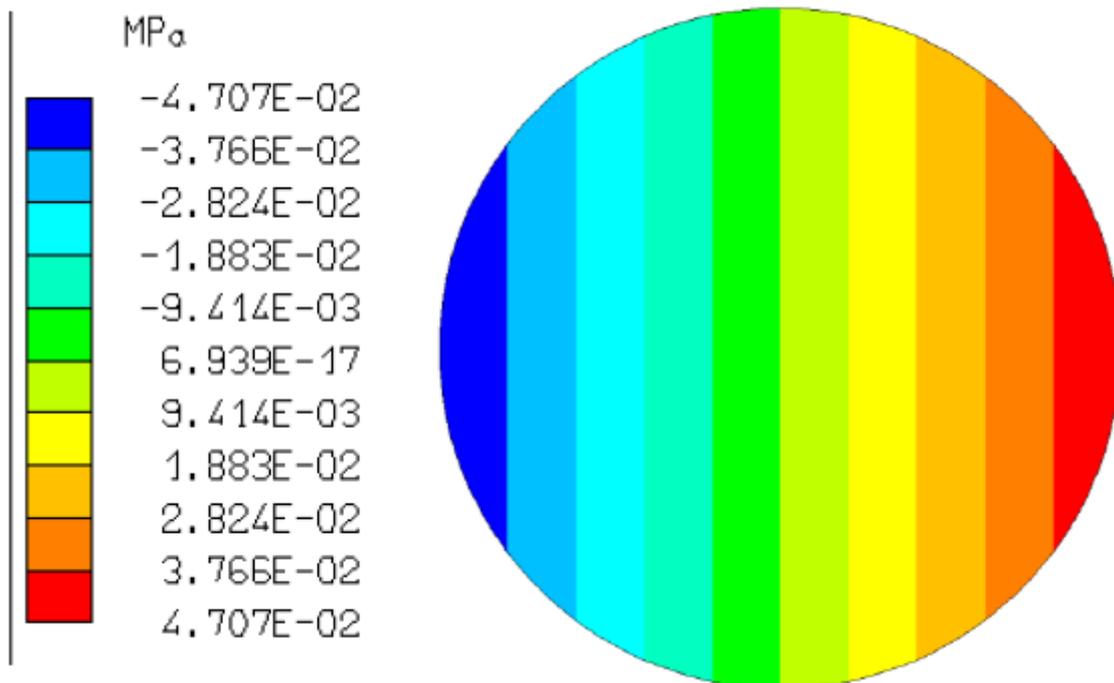
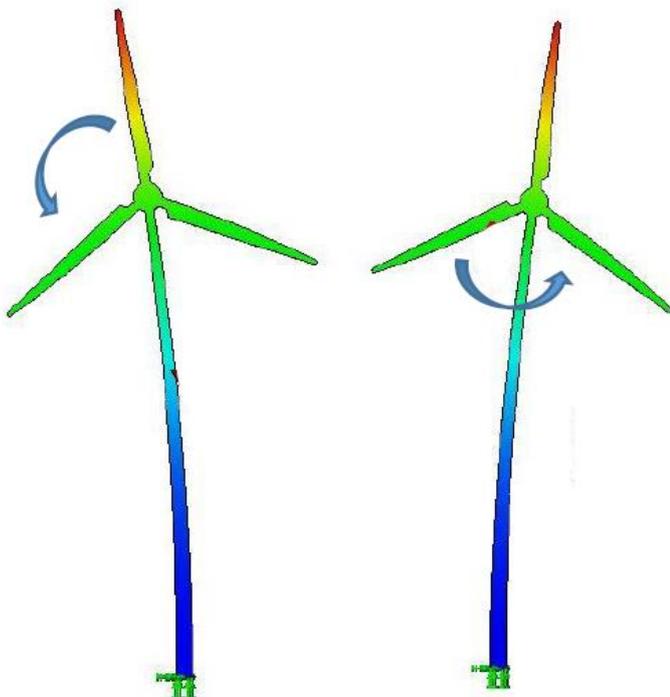
Cette distance est prise entre :

500 et 900 m dans la direction L_2
300 et 500 m dans la direction L_1



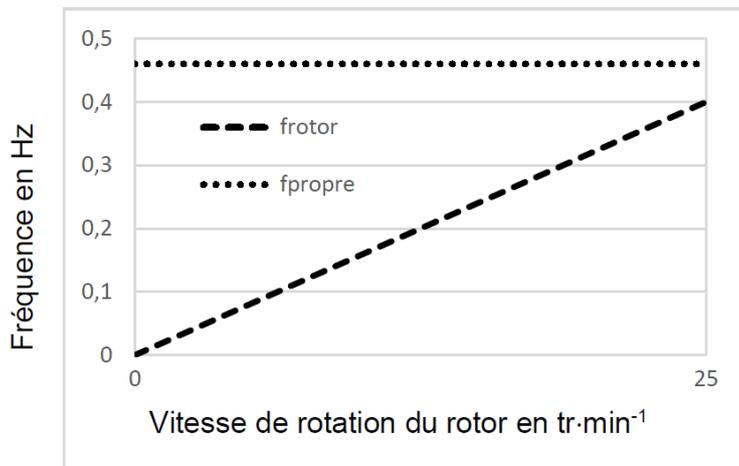
DT 3 : Diagramme SysML de définition de bloc de l'aérogénérateur



DT 4 : Simulation de la répartition des pressions dues aux efforts aérodynamiquesDT 5 : Le phénomène de résonance

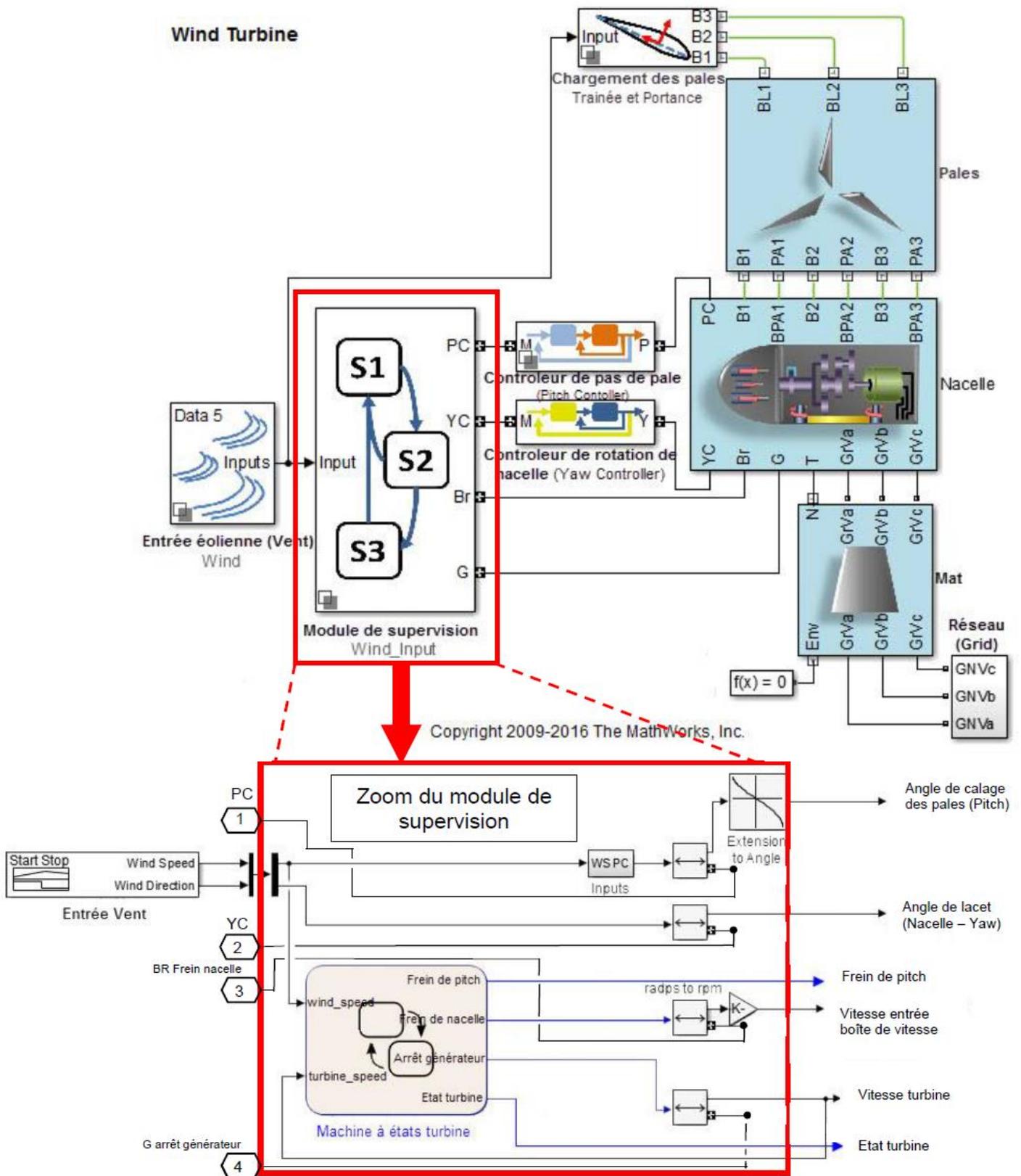
Nota : Les déplacements sont amplifiés pour être visibles

DT6 : Fréquence d'excitation de l'éolienne

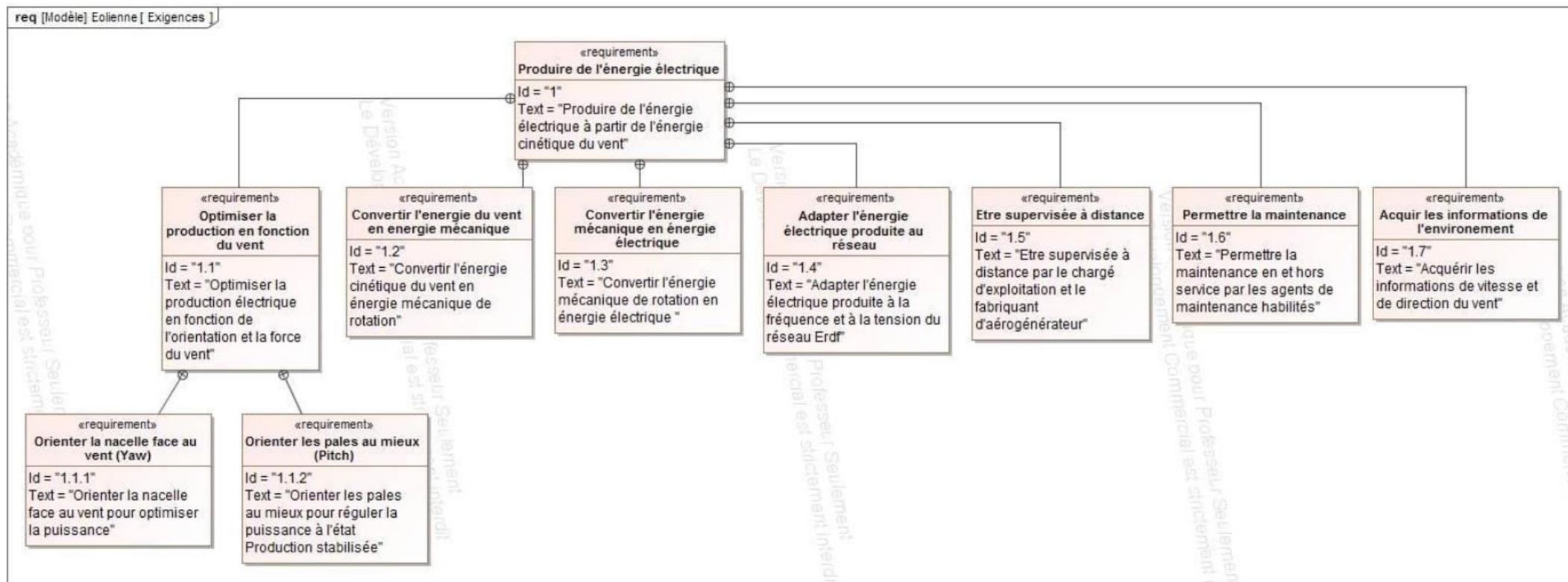


Les résultats de simulation nous indiquent que la fréquence propre de la structure est de 0,46 Hz.

DT7 : Modélisation multi-physique d'une éolienne



DT 8 : Diagramme SysML des exigences de l'aérogénérateur



DT 9 : Phases de fonctionnement de l'éolienne

Phase 0 : état éolienne parquée

En l'absence de vent suffisant ($V_{\text{vent}} < V_{\text{vent mini}}$) durant un temps T de 10 minutes, il est nécessaire d'arrêter complètement l'éolienne et de l'immobiliser, l'éolienne est dite parquée. Dans cette phase, les freins de nacelle et les freins de pitch seront activés et le générateur est arrêté.

Phase 1 : état production puissance variable

Lorsque les conditions de vent sont suffisantes ($V_{\text{vent}} > V_{\text{vent mini}}$), alors les freins de nacelle et les freins de pitch sont désactivés. L'éolienne va alors se mettre dans le sens du vent grâce au système de rotation de la nacelle (Yaw) et les pales vont s'incliner grâce au système de calage d'angle des pales (Pitch), de sorte à optimiser la puissance reçue. Durant cette phase, le générateur est en production à puissance variable.

Phase 2 : état production puissance nominale

La vitesse du vent est supérieure à la vitesse nominale, l'éolienne se met alors en phase de production à puissance nominale. Les freins de nacelle et de pitch sont toujours désactivés de sorte que l'éolienne s'accorde continuellement avec l'orientation et l'intensité du vent. Le générateur est en production nominale.

Phase 3 : état freinage éolienne

Lorsque les conditions de vent sont insuffisantes ou trop importantes, le frein de nacelle est laissé désactivé et l'asservissement de la nacelle fait en sorte que l'éolienne soit toujours face au vent. Les pales sont mises en position extrême (en drapeau si vent fort, à plat si pas de vent) puis le frein de pitch est activé. Le générateur est arrêté.

DT10 : Principaux éléments de la chaîne d'énergie et protection de survitesse

La fréquence de rotation du rotor est limitée par la fréquence de rotation du générateur qui dépend de la fréquence du réseau électrique.

Le générateur doit tourner à sa vitesse nominale (2 013 tr.min⁻¹) mais le système permet une vitesse maximale de 2 900 tr.min⁻¹ si cela dure moins de 2 minutes.

C'est pourquoi les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent sont mesurées et analysées en permanence par le système de contrôle. En cas de discordances des mesures, l'éolienne est mise à l'arrêt.

En cas de défaillance du système de contrôle, un système indépendant appelé «OG» (Overspeed Guard) permet également d'arrêter le rotor, par mise en drapeau des pales. Cette position minimise la prise au vent des pales.

Il s'agit d'un système à sécurité positive auto-surveillé.

Les dispositifs de freinage de l'aérogénérateur sont :

- frein aérodynamique : orientation des pales pour qu'elles offrent peu de prise au vent et davantage de résistance à la rotation ;
- frein hydraulique : frein à disque à commande hydraulique qui permet de maintenir à l'arrêt le rotor.

Protection survitesse		
Type de capteur Overspeed Guard	Inductif	
Niveau de déclenchement	Générateur	2 900 tr.min ⁻¹

