

# Étude d'un aérogénérateur

## Présentation – Mise en situation



Source : [http://technicalillustrators.org/files/2009/11/jhatch\\_WindTurbine\\_Orig1.jpg](http://technicalillustrators.org/files/2009/11/jhatch_WindTurbine_Orig1.jpg)

**Table des matières**

- Présentation de l'éolienne : ..... 3
  - 1.1. Problématique sur l'exploitation de l'énergie renouvelable ..... 3
  - 1.2. Définition de l'énergie éolienne : ..... 3
  - 1.3. Constitution de l'éolienne à axe horizontal : ..... 3
  - 1.4. Fonctionnement ..... 4
  - 1.5. Présentation du système étudié ..... 4
  - 1.6. Structure générale de la transmission de puissance d'une éolienne ..... 6
  - 1.7. Problématique liée à cette étude..... 6
  - 1.8. Indication sur la suite du travail proposé..... 7
    - 1.8.1. Activités proposées ..... 7
    - 1.8.2. Compétences développées dans cette étude ..... 8

## • Présentation de l'éolienne :

### 1.1.Problématique sur l'exploitation de l'énergie renouvelable

Le développement et l'exploitation des énergies renouvelables ont connu une forte croissance ces dernières années. Pour les prochaines décennies, tout système énergétique durable sera basé sur l'utilisation rationnelle des sources traditionnelles et sur un recours accru aux énergies renouvelables. Les énergies renouvelables constituent donc une alternative aux énergies fossiles à plusieurs titres car elles sont généralement moins perturbatrices de l'environnement :

- elles n'émettent pas de gaz à effet de serre et ne produisent pas de déchets ;
- elles sont inépuisables ;
- elles autorisent une production décentralisée adaptée à la fois aux ressources et aux besoins locaux ;
- elles offrent une importante indépendance énergétique.

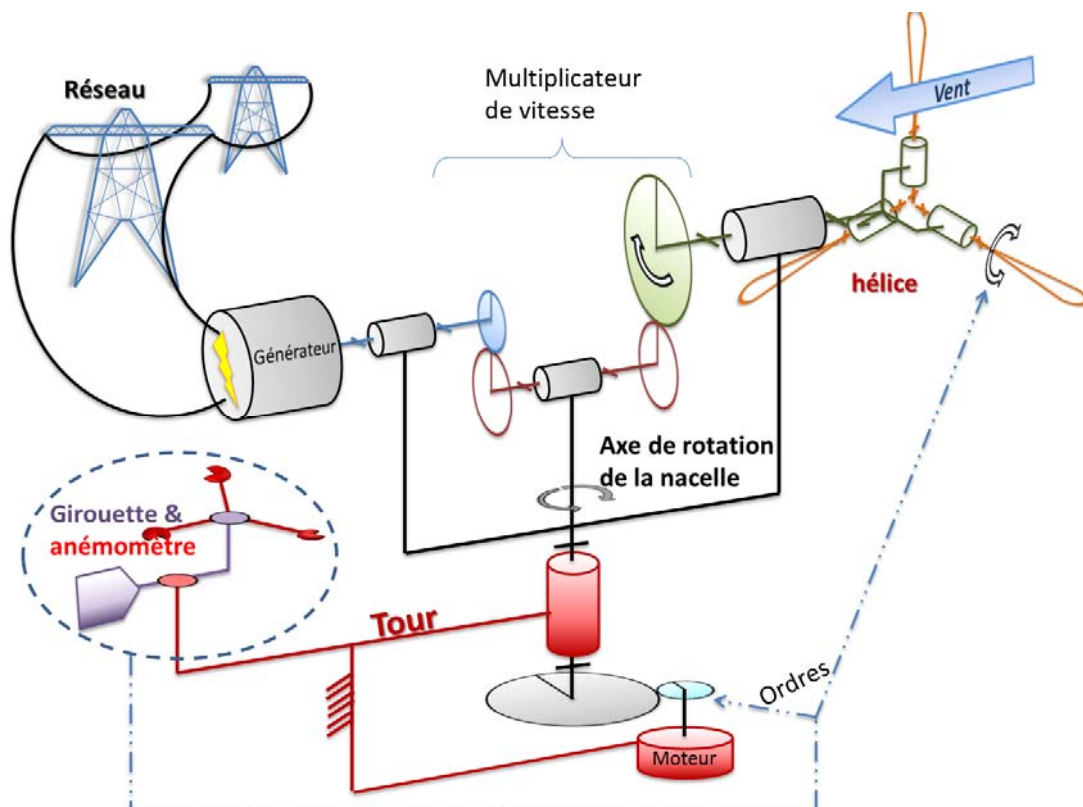
La France est en retard sur les implantations d'aérogénérateurs, en raison de l'énergie produite par les centrales nucléaires : notre pays dispose encore de 17 centrales thermiques, très polluantes et qui servent à produire le complément d'énergie nécessaire en cas de pic de forte consommation. La France dispose pourtant du deuxième gisement Éolien d'Europe. (Ressources en vent).

Au 1er janvier 2014, la France dispose d'un parc de 4058 aérogénérateurs et une puissance installée de 6640 MW soit une progression de 15% en une année. <http://fee.asso.fr/centre-infos/cartographie>

### 1.2.Définition de l'énergie éolienne :

Un aérogénérateur, plus communément appelé éolienne, est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique disponible sur un arbre de transmission puis en énergie électrique par l'intermédiaire d'un générateur.

### 1.3.Constitution de l'éolienne à axe horizontal :



Le rotor possède trois pales qui permettent de capter l'énergie du vent et de la transférer à l'arbre lent. Un système hydraulique ou électrique permet d'orienter les pales et de réguler la fréquence de rotation du rotor à une valeur constante. Les pales fournissent également un frein aérodynamique par « mise en drapeau » ou seulement par rotation de leurs extrémités. Un mécanisme utilisant des moteurs d'orientation permet d'orienter la nacelle face au vent. Un anémomètre et une girouette situés sur le toit de la nacelle fournissent les données nécessaires au système de contrôle pour orienter l'éolienne et la déclencher ou l'arrêter selon la vitesse du vent.

### 1.4.Fonctionnement

Quand le vent se lève, l'unité centrale grâce à la girouette située à l'arrière de la nacelle, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent. Les trois pales sont mises en mouvement par la seule force du vent. Elles entraînent avec elles l'arbre principal qui est lié à l'arbre d'entrée du multiplicateur.

Dès que la vitesse du vent sera suffisante (4 m/s soit environ 15 km/h), l'éolienne peut être couplée au générateur par l'arbre de sortie du multiplicateur et peut fournir de l'électricité au réseau. Les pales tournent alors à une fréquence de rotation de 30 tours par minute et entraînent le générateur à 1500 tours par minute. Cette fréquence de rotation restera constante tout au long de la période de production. Lorsque la vitesse du vent atteint (14 m/s soit 50 km/h), l'éolienne fournit sa puissance nominale. Le générateur délivre alors un courant électrique alternatif à la tension de 690 volts à 50 Hz dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent. Ainsi, lorsque la vitesse du vent croît, la portance s'exerçant sur les pales augmente et la puissance délivrée par le générateur s'accroît.

Pour des vitesses de vent supérieures à 14 m/s (soit environ 50 km/h), la puissance est maintenue constante en réduisant progressivement la portance des pales. L'unité hydraulique régule cette portance en modifiant l'angle de calage des pales qui pivotent sur leurs axes.

Lorsque la vitesse du vent dépasse 25 m/s (soit 90 km/h), les pales sont mises en drapeau (parallèles à la direction du vent) et leur portance devient quasiment nulle. Tant que la vitesse du vent reste supérieure à 90 km/h, le rotor de l'éolienne est « en roue libre » et le générateur est déconnecté du réseau : l'éolienne ne produit plus d'électricité. Dès que la vitesse du vent diminue, l'éolienne se remet en production.

Toutes ces opérations sont entièrement automatiques et gérées par l'unité centrale. En cas d'arrêt d'urgence, un frein à disque placé sur l'arbre rapide du multiplicateur permet de stopper l'éolienne afin d'éviter sa destruction.

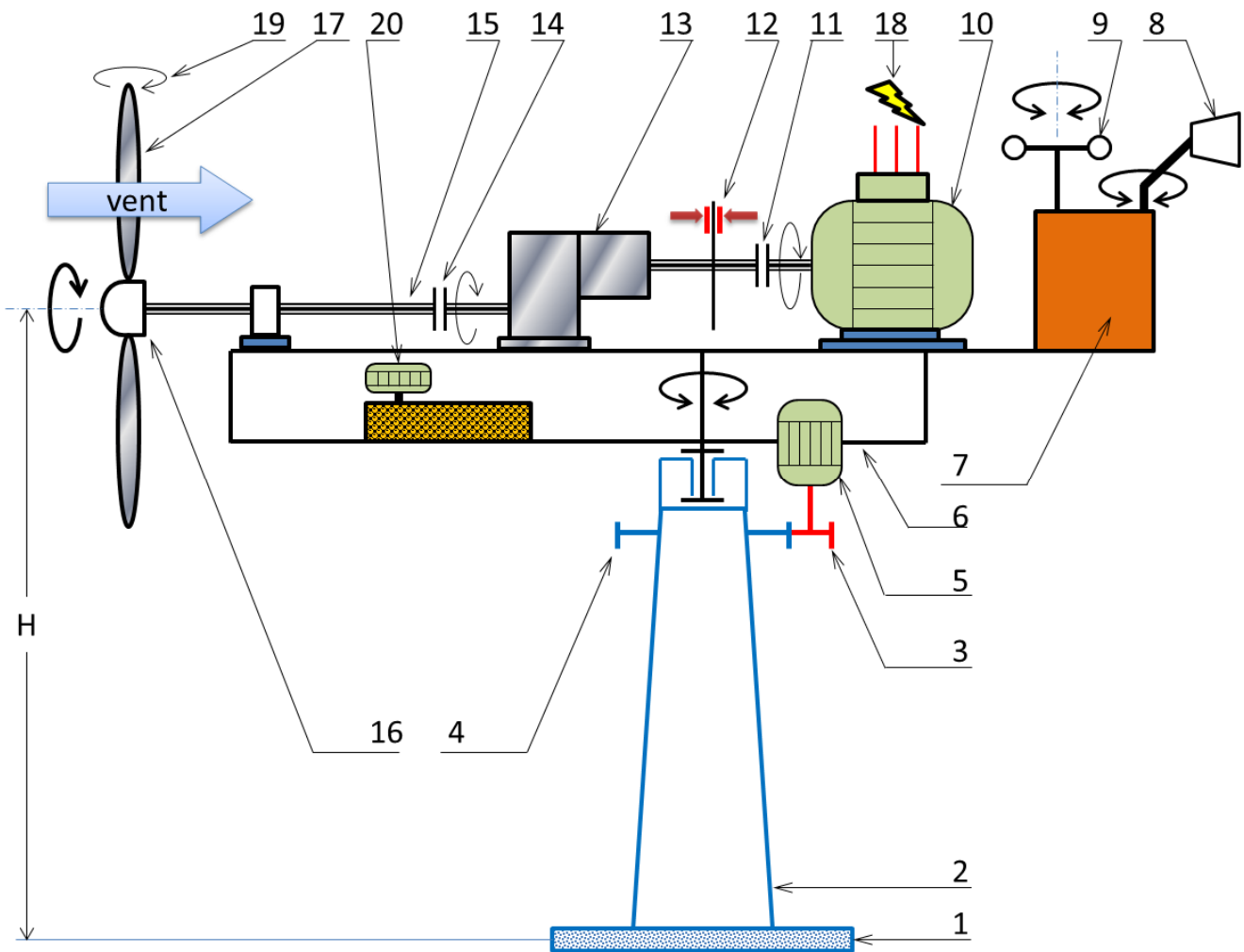
Au pied de l'éolienne, un transformateur convertit la tension de 690 volts en 20000 volts, tension du réseau national d'Électricité de France sur lequel toute l'électricité produite est déversée.

### 1.5.Présentation du système étudié

L'éolienne que nous allons étudier correspond à la catégorie moyenne selon sa puissance nominale délivrée au réseau. Il s'agit de l'éolienne polyvalente V52-850 kW fabriquée par la société Danoise [VESTAS](#).

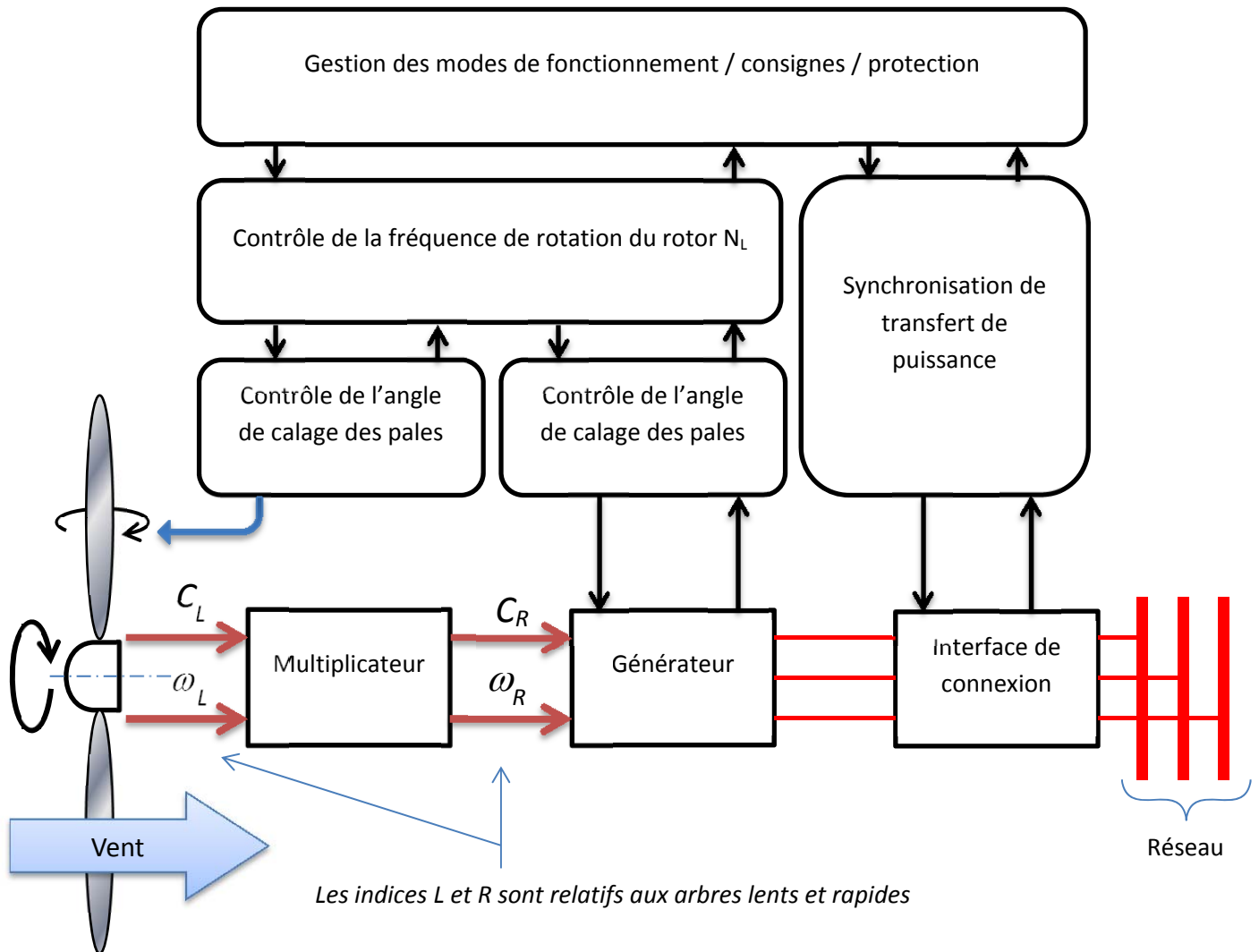
Voici ses caractéristiques techniques :

Diamètre du rotor : à déterminer	Vitesse de coupure : 25 m/s
Hauteur du Moyeu : 55 m	Frein aérodynamique et régulation des pales par 3 vérins hydrauliques indépendants
Vitesse de démarrage : 4 m/s	Générateur type : asynchrone Puissance nominale : 850 KW Tension : 690 V 50 Hz
Vitesse nominale : 14 m/s	Fréquence de rotation du rotor : 30 tr/min



Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Fondation	11	Accouplement à haute fréquence de rotation
2	Tour	12	Frein à disque
3	Pignon d'entraînement de la nacelle	13	Multiplicateur de vitesse
4	Roue dentée liée à la tour	14	Accouplement à basse fréquence de rotation
5	Moteur d'orientation de la nacelle	15	Arbre lent
6	Nacelle orientable	16	Moyeu du rotor à 3 pales
7	Unité centrale	17	Pale à pas variable
8	Girouette	18	Réseau électrique
9	Anémomètre	19	Système de régulation du pas des pales
10	Générateur	20	Groupe hydraulique

## 1.6. Structure générale de la transmission de puissance d'une éolienne



Les conditions de fonctionnement d'un aérogénérateur dépendent essentiellement des conditions de vent sur lesquelles aucune action n'est possible. La courbe de puissance donnée par le constructeur optimise la plage d'exploitation de l'éolienne en fonction de puissance nette transmise au réseau. On définit ainsi :

- $V_D$ : (vitesse de démarrage) vitesse du vent correspondant au démarrage du rotor.
- $V_N$ : (vitesse nominale) vitesse minimale du vent pour laquelle la puissance extraite correspond à la puissance nominale  $P_n$  du générateur.
- $V_C$ : (vitesse de coupure) celle du vent au-delà de laquelle il convient de déconnecter l'éolienne pour des raisons de sécurité du matériel.

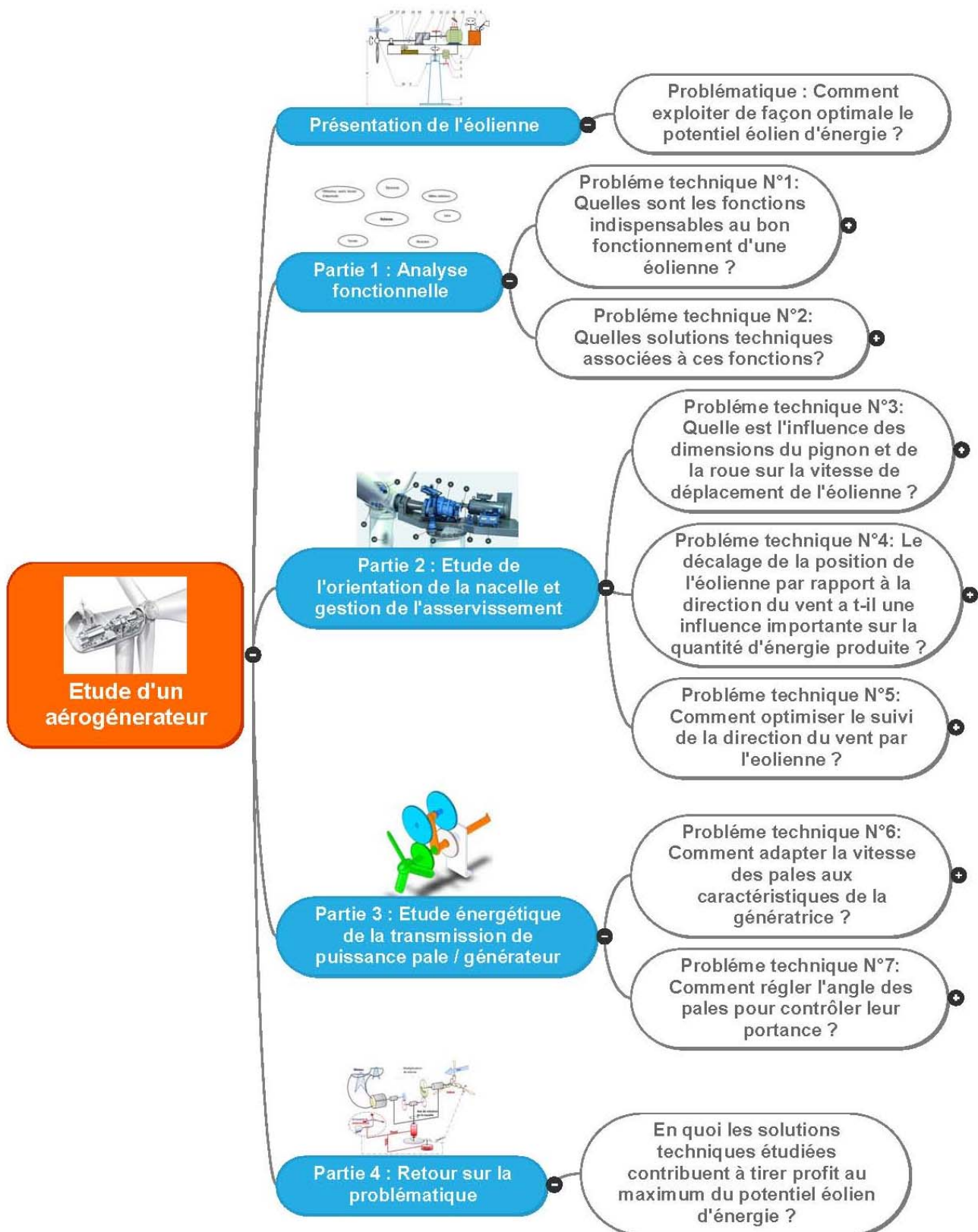
## 1.7. Problématique liée à cette étude

**Comment exploiter de façon optimale le potentiel d'énergie éolien ?**

- En quoi les solutions techniques étudiées contribuent à tirer profit au maximum du potentiel énergétique et à garantir la sûreté de fonctionnement dans toutes les conditions d'utilisation ?

## 1.8. Indication sur la suite du travail proposé

### 1.8.1. Activités proposées



1.8.2. Compétences développées dans cette étude

