

# Mesure de l'angle d'inclinaison des pales

Système étudié :  
**L'éolienne à pas variable Eolicc**

Type de document :  
**Travaux Pratiques**

Classe :  
**Terminale**

Date :

## ☞ Mise en situation et objectifs du TP ☞

La particularité de notre éolienne Eolicc est qu'elle permet une modification de l'orientation des pales, afin de récupérer le maximum d'énergie en fonction de la vitesse du vent. Afin de connaître à tout moment l'inclinaison des pales, le système est équipé d'un capteur mesurant cette inclinaison. Ce capteur, appelé « **capteur d'inclinaison des pales** », mesure l'angle d'inclinaison des pales de l'éolienne et délivre à sa sortie une tension image de cet angle.

**Problématique** : le capteur d'inclinaison des pales du système Eolicc est-il linéaire ?

## ☞ Travail demandé ☞

### I - Câblage du système

La partie commande du système Eolicc est constitué de deux coffrets : l'un a directement rapport à la production du vent, c'est le coffret **VENTILATION**, l'autre est lié à l'éolienne, c'est le coffret **EOLIENNE**. Sur le coffret Eolienne, trois charges sont disponibles et peuvent être branchées en sortie de l'éolienne grâce à un commutateur rotatif :

- \* Une batterie
- \* Une ampoule
- \* Une résistance
- \* Essais à vide

Le raccordement au réseau électrique 230V 50Hz s'effectue depuis le coffret ventilation par un câble attenant muni à son extrémité d'une fiche secteur 2P+T 16A standard.

Sur les faces avant des coffrets, sont implantés des commandes de fonctions ou des sélecteurs de modes [interrupteurs, inverseurs ou commutateurs] : ceux-ci doivent être positionnés comme indiqué ci-après.

Certaines liaisons doivent également être effectuées sur les faces avant des coffrets à l'aide de cordons souples de sécurité, enfichables sur des douilles de sécurité.

#### I - 1 - Configuration du coffret Ventilation

En dessous du boîtier de commande *Altivar* et au dessus du symbole du motoventilateur, réalisez 3 liaisons verticales à l'aide de 3 cordons souples courts [comme indiqué sur le coffret], puis :

- \* positionnez le sélecteur de consigne « **local ou externe** » sur « **local** »
- \* positionnez le potentiomètre de « **consigne vitesse** » au minimum [vers la gauche]
- \* positionnez l'interrupteur « **validation (déverrouillage)** » sur la position « **0** »

Le coffret Ventilation est maintenant configuré.

#### I - 2 - Configuration du coffret Eolienne

Câblage du moteur permettant de modifier l'orientation des pales :

- \* positionnez le sélecteur d'alimentation de la motorisation d'orientation des pales [interrupteur noir de droite parmi les 3 alignés] sur la position « **alimentation 12V** » [symbole représentant une alimentation]
- \* positionnez le sélecteur de commande « **local ou externe** » [interrupteur de gauche] sur la position « **local** »

Câblage de la charge alimentée par l'éolienne :

- \* positionnez le bouton rotatif de commutateur de charge [sous « **CHARGES** »] vers la lampe
- \* positionnez l'interrupteur d'alimentation de la lampe vers la sortie de l'éolienne [vers la droite]
- \* réalisez une liaison entre les 2 bornes rouges **I** à l'aide d'un cordon court [et non entre les 2 bornes I BAT. !]

Les deux coffrets étant correctement configurés, le système est prêt à fonctionner.

## **II - Mise en service du système et réglage expérimental**

### **II - 1 - Mise sous tension du système**

Positionnez l'interrupteur général sur la position **1** [sous tension] : cet interrupteur rotatif rouge se trouve sur le flanc droit du coffret Ventilation :

- \* les voyants « **sous tension** » s'allument sur les deux coffrets
- \* la vitesse du vent s'affiche sur coffret Ventilation [0 km.h<sup>-1</sup>]
- \* l'angle d'orientation des pales de l'éolienne s'affiche sur le coffret Eolienne : cet angle est mesuré grâce au capteur d'inclinaison des pales

Pour mettre en service le système, appuyez sur le bouton poussoir vert lumineux « **MARCHE** » du coffret Ventilation pendant 3 secondes :

- \* le voyant vert de ce bouton poussoir s'allume
- \* le variateur de vitesse *Altivar* du ventilateur est alimenté

**Remarque** : si le système refuse de se mettre en service effectuez les vérifications suivantes :

- \* vérifiez que les deux boutons d'arrêt d'urgence sont déverrouillés [ils doivent être tirés]
- \* vérifiez que le coffret Ventilation est relié au réseau EDF 230V 50Hz à l'aide du câble

Le système étant alimenté, vous allez maintenant régler **et observer** l'orientation des pales de l'éolienne.

### **II - 2 - Réglage de l'orientation des pales**

A l'aide de l'interrupteur à 3 positions nommé « **COMMANDE (sens)** » sur le coffret Eolienne [interrupteur noir central parmi les 3 interrupteurs alignés], réglez l'orientation des pales à 25° [à 2/10<sup>ème</sup> de degré près] tout en observant le mouvement des pales de l'éolienne.

Toujours en observant le mouvement des pales sur l'éolienne, réglez leur orientation à 10° [à 2/10<sup>ème</sup> de degré près].

**II - 2 - 1** - Décrivez la position des pales par rapport au vent pour chacune des deux valeurs extrêmes de leur orientation, tout en précisant ces valeurs extrêmes :

.....

.....

.....

Réglez l'orientation des pales à 10°, toujours à 2/10<sup>ème</sup> de degré près. Vous allez maintenant mettre en marche le ventilateur de la soufflerie.

### **II - 3 - Mise en marche de la soufflerie**

Sur le coffret Ventilation, positionnez l'interrupteur « **validation (déverrouillage)** » sur la position « **1** », puis augmentez progressivement le potentiomètre de consigne de la vitesse du ventilateur jusqu'à atteindre une vitesse du vent de 40 km.h<sup>-1</sup> environ, en respectant les règles suivantes :

- \* attendez que l'anémomètre tourne à vitesse constante avant de lire la vitesse du vent sur l'afficheur
- \* si la vitesse ne se stabilise pas, réglez-la afin d'avoir 40 km.h<sup>-1</sup> minimum

Le ventilateur tourne et crée alors un flux d'air continu circulant à l'intérieur du coffret de protection de l'éolienne totalement fermé, produisant ainsi un vent soufflant sur les pales à la vitesse de 40 km.h<sup>-1</sup> environ.

L'anémomètre, mis en rotation sous l'effet du vent, permet de mesurer la vitesse du vent et de l'afficher numériquement en km.h<sup>-1</sup> sur l'afficheur du coffret Ventilation.

**II - 3 - 1** - Observez le mouvement de l'éolienne. Arrive-t-elle à démarrer à grande vitesse ?

.....

.....

.....

## **II - 4 - Optimisation de l'orientation des pales**

Pour les 4 questions suivantes [II - 4 - 1 à II - 4 - 4] le vent souffle en continu à 40 km.h<sup>-1</sup> [environ].

**II - 4 - 1** - Tout en observant les pales de l'éolienne et le dessus du coffret Eolienne, augmentez progressivement l'orientation des pales jusqu'à 25°. Que constatez-vous ?

.....

.....

**II - 4 - 2** - Tout en observant les pales de l'éolienne et le dessus du coffret Eolienne, diminuez progressivement l'orientation des pales jusqu'à 10°. Que constatez-vous ?

.....

.....

**II - 4 - 3** - Tout en observant les pales de l'éolienne et le dessus du coffret Eolienne, diminuez doucement l'orientation des pales jusqu'à 1°. Quel phénomène constatez-vous ? Précisez la valeur particulière de l'angle d'orientation des pales correspondant au phénomène observé.

.....

.....

.....

**II - 4 - 4** - En utilisant seulement le bouton de réglage de l'orientation des pales, et en laissant la vitesse du vent à 40 km.h<sup>-1</sup>, faites briller la lampe avec une puissance maximale. Quel est alors l'angle d'orientation des pales ?

.....

.....

**II - 4 - 5** - Quelle doit être l'orientation des pales afin que l'éolienne démarre à grande vitesse lorsque le vent se lève, c'est-à-dire passe de la vitesse de 0 km.h<sup>-1</sup> à la vitesse de 40 km.h<sup>-1</sup> ?

.....

.....

**II - 4 - 6** - Existe-t-il une orientation des pales constante afin que :

- \* l'éolienne démarre lorsque le vent se lève
- \* la lampe s'allume au maximum lorsque le vent souffle à 40 km.h<sup>-1</sup> [environ]
- \* la lampe s'éteigne lorsque le vent s'arrête

.....

.....

**II - 4 - 7** - Que peut-on en conclure concernant l'autonomie de fonctionnement de l'éolienne ?

.....

.....

## **III - Application : recherche de l'angle optimal d'orientation des pales en fonction de la charge**

Dans cette partie vous allez rechercher expérimentalement l'angle d'orientation des pales permettant à l'éolienne de produire le maximum d'énergie, toujours à 40 km.h<sup>-1</sup>. Cet angle sera appelé « angle optimal », et sera mesuré pour différentes charges [ampoule, puis résistance]. Vous avez besoin d'un voltmètre et d'un ampèremètre [correctement branchés sur le coffret Eolienne !] pour mesurer la puissance délivrée par l'éolienne pour les différentes charges :

- \* le courant circulant dans la charge sera mesuré en branchant l'ampèremètre en série avec la charge, entre les 2 bornes rouges notées **I** en remplaçant la liaison effectuée dans la partie **I - 2**
- \* la tension aux bornes de la charge est disponible sur les deux bornes notées **U**, la masse étant la borne verte

**III - 1** - Quelle est la valeur de la puissance maximale délivrée par l'éolienne lorsque la charge est l'ampoule ? Précisez aussi la valeur de **U** et de **I** dans ces conditions.

Réglez maintenant la charge sur la résistance en tournant le bouton rotatif de commutateur de charge (sous « **CHARGES** ») d'un cran dans le sens trigonométrique.

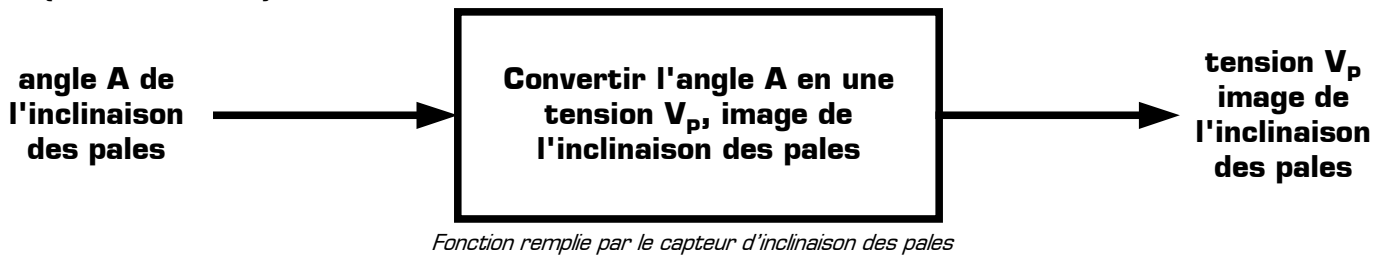
**III - 2** - Quelle est la valeur de la puissance maximale délivrée par l'éolienne lorsque la charge est la résistance ? Précisez aussi la valeur de **U** et de **I** dans ces conditions.

**III - 3** - En utilisant les résultats des deux questions précédentes, concluez sur le rendement de l'éolienne en fonction de la charge : à vitesse constante, le rendement d'Eolicc est-il meilleur avec l'ampoule ou avec la résistance ?

Pour la partie **IV** le vent sera entièrement arrêté en tournant le potentiomètre de « **consigne vitesse** ».

**IV - Prise de mesure sur le capteur d'inclinaison**

Appelons **A** l'angle d'inclinaison des pales (mesuré en degrés) et **V<sub>p</sub>** la tension en sortie du capteur d'inclinaison des pales (mesurée en volts) :



**IV - 1** - La tension **V<sub>p</sub>** se mesure sur les bornes vertes placées en-dessous de l'affichage de l'angle sur le coffret Eolienne. Complétez le tableau suivant en mesurant la tension **V<sub>p</sub>** pour les différentes valeurs données de l'angle **A** :

<b>A</b>	<b>0°</b>	<b>5°</b>	<b>10°</b>	<b>15°</b>	<b>20°</b>	<b>25°</b>
<b>V<sub>p</sub></b>						

**IV - 2** - A partir des mesures de la question précédente, tracez avec précision sur votre copie dans un repère gradué la caractéristique **V<sub>p</sub> = f(A)** du capteur d'inclinaison des pales.

**IV - 3** - Quelle est la sensibilité (valeur numérique et unité de mesure) du capteur d'inclinaison des pales d'Eolicc ?

**IV - 4 - Conclusion et validation :** le capteur d'inclinaison des pales d'Eolicc est-il linéaire ? Justifiez votre réponse en vous appuyant sur les résultats expérimentaux obtenus précédemment.