

## 1. PREAMBULE

Ce projet « WASAW », Web Access Sun And Wind, a pour objectif d'expérimenter un Pôle Pédagogique A Distance, dédié aux énergies renouvelables dans l'Académie de Rouen.

## 2. PARTENAIRES DU PROJET

- Lycées de l'Académie de Rouen : Cité scolaire René Descartes et Guy de Maupassant / Lycée Raymond Queneau,
- Région Haute-Normandie,
- Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Génie Électrique ESIGELEC.

## 3. DESCRIPTIF DU PROJET

L'Académie de Rouen dispose, de par ses lycées, d'équipements pédagogiques nombreux, diversifiés et performants, financés par la Région Haute-Normandie.

L'apport des technologies numériques dans l'utilisation de ces systèmes doit permettre à tous les élèves et étudiants de pouvoir profiter de ces équipements ; c'est la raison d'être du projet WASAW : une « mutualisation » des moyens.

Le projet WASAW, s'appuie sur des équipements existants aux Lycées René Descartes et Guy de Maupassant de Fécamp a pour objectif de permettre aux élèves de réaliser des manipulations et mesures à distance sur une éolienne et des panneaux photovoltaïques.

## 4. DEROULEMENT DU PROJET

### LES ACTEURS

- Equipe du projet : M TERZI IA-IPR STI / M MEZANGER CdT Fécamp / M VANIER Ex CdT Yvetôt / M CALONNEC Professeur, référent PPAD,
- Stagiaire ingénieur ESIGELEC,
- Groupe d'étudiants de 2ème année du BTS IRIS du lycée R. Queneau d'Yvetôt,
- Groupe d'élèves de Terminale STI2D du Lycée Maupassant de Fécamp,
- Stagiaire de 1<sup>ère</sup> année du BTS IRIS du lycée R. Queneau d'Yvetôt.

### AUTRES INTERLOCUTEURS

- Académie de Lille : IA-IPR, M. DAVID CDT Lycée Colbert,
- Services Informatiques du Rectorat.

### LA CHRONOLOGIE

Le calendrier ci-dessous présente le planning de réalisation et les différents intervenants.

|                               | Fonction                      | oct-13 | nov-13 | déc-13 | janv-14 | févr-14 | mars-14 | avr-14 | mai-14 | juin-14 | juil-14 | août-14 |
|-------------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Stagiaire ESIGELEC 5ème année | Chef de Projet                |        |        |        |         |         |         |        |        |         |         |         |
| Projet BTS IRIS 2ème année    | Conception / Développement    |        |        |        |         |         |         |        |        |         |         |         |
| Projet STI2D / ITEC terminale | Conception mécanique Tracker  |        |        |        |         |         |         |        |        |         |         |         |
| Stagiaire BTS IRIS 1ère année | Mise en service PPAD          |        |        |        |         |         |         |        |        |         |         |         |
| BAC PRO TCI                   | Réalisation structure tracker |        |        |        |         |         |         |        |        |         |         |         |

## 5. ACTIVITES PEDAGOGIQUES DEVELOPPEES

Dans un premier temps, 5 activités pédagogiques ont été définies ; néanmoins, la conception du dispositif doit permettre de maximiser l'exploitation pédagogique future aussi, une réflexion approfondie sur la pertinence de l'acquisition des grandeurs physiques autres que celles nécessaires pour les premières activités sera à mener.

2 grands thèmes d'activités ont été identifiés :

- Thème solaire photovoltaïque,
- Thème éolien.

### THEME SOLAIRE

Le tableau ci-dessous décrit les différentes activités envisagées pour le thème solaire.

| Thème   | Numéro de l'activité | Repère de l'activité | Titre de l'activité   | Objectif de l'activité  | Acquisition depuis le support | Action sur le support |
|---------|----------------------|----------------------|---|---|-------------------------------|-----------------------|
| SOLAIRE | 1                    | PV_MOD__PERF         | Validation des performances d'un module PV *                    | valider les performances d'un module photovoltaïque au regard de ses conditions d'installations et de températures par comparaison avec sa documentation technique. | OUI                           | OUI                   |
|         | 2                    | PV_MOD_RES           | Validation des performances d'une installation raccordée réseau | valider les performances d'une installation solaire PV en injection réseau / valider les performances de l'onduleur d'injection réseau / valider la fonction MPPT.  | OUI                           | NON                   |
|         | 3                    | PV_MOD_TRACK         | Comparaison tracker / module fixe                               | comparer les performances d'un module PV monté sur un tracker à celles d'un module fixe identique.  | OUI                           | OUI                   |

\*l'activité 1 pourra être également menée sur le système tracker.

Le tableau ci-dessous précise les moyens de mesurage et d'action à mettre en œuvre sur les équipements pour permettre ces activités.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>Grandeur physique à acquérir</b><br><b>Grandeur physique à régler</b> | Rayonnement solaire                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Tension de sortie module isolé         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Courant de sortie module isolé         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Temp extérieure                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Temp module isolé                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Niveau de charge module fixe **        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Niveau de charge module tracker **     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Tension de sortie chaîne 10 modules PV |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Courant de sortie chaîne 10 modules PV |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Tension secteur onduleur               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Courant secteur onduleur               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Tension de sortie module tracker       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Courant de sortie module tracker       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Temp module tracker                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Angle de tilt du tracker   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Angle d'azimuth du tracker   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PV_MOD_PERF  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PV_MOD_RES   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PV_MOD_TRACK   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

\*\* Le niveau de charge correspond à une information analogique délivrée sous forme de consigne à un équipement assurant la fonction de charge des modules.

**THEME EOLIEN**

Le tableau ci-dessous décrit les différentes activités envisagées pour le thème éolien.

| Thème  | Numéro de l'activité | Repère de l'activité | Titre de l'activité  | Objectif de l'activité  | Acquisition depuis le support | Action sur le support |
|--------|----------------------|----------------------|--|---|-------------------------------|-----------------------|
| EOLIEN | 1                    | EOL_RES_PERF         | Validation des performances d'une éolienne raccordée réseau. | valider les performances d'une éolienne de 10kW en injection réseau / valider les performances du convertisseur d'injection réseau. | OUI                           | NON                   |
|        | 2                    | EOL_ISO_ENER         | Gestion de l'énergie dans un site isolé.                     | Observer les flux d'énergies dans une installation en site isolé : parc batterie + onduleur monophasé + charge.                     | OUI                           | OUI                   |

Le tableau ci-dessous précise les moyens de mesurage et d'action à mettre en œuvre sur les équipements pour permettre ces activités.

| Grandeur physique à acquérir | Grandeur physique à régler            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                              | Tension de sortie éolienne 10kW       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Courant de sortie éolienne 10kW       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Vitesse de rotation*                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Vitesse du vent 17m                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Orientation du vent 17m               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Tension secteur conv-stat 10kW        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Courant de sortie conv-stat 10kW      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Tension de sortie éolienne 1.5kW      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Courant de sortie éolienne 1.5kW      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Vitesse de rotation*                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Vitesse du vent 6m                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Orientation du vent 6m                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Mise en service de l'installation**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Niveau de charge de l'installation*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Courant de sortie onduleur 1.5kW      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Tension de sortie onduleur 1,5 kW     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Tension parc batterie                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                              | Courant parc batterie                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| EOL_RES_PERF                 |                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| EOL_ISO_ENER                 |                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

\* Les vitesses de rotation seront mesurées à partir de la fréquence des signaux électriques puisque nous sommes en présence de machines synchrones  $f=p.N$ .

\*\* La mise en service de l'installation correspond à l'utilisation de l'énergie stockée dans les batteries.

\*\*\* Le niveau de charge correspond à une information analogique permettant de modifier la puissance extraite des batteries.

EVOLUTION VERS LE THEME MIXTE ENERGETIQUE

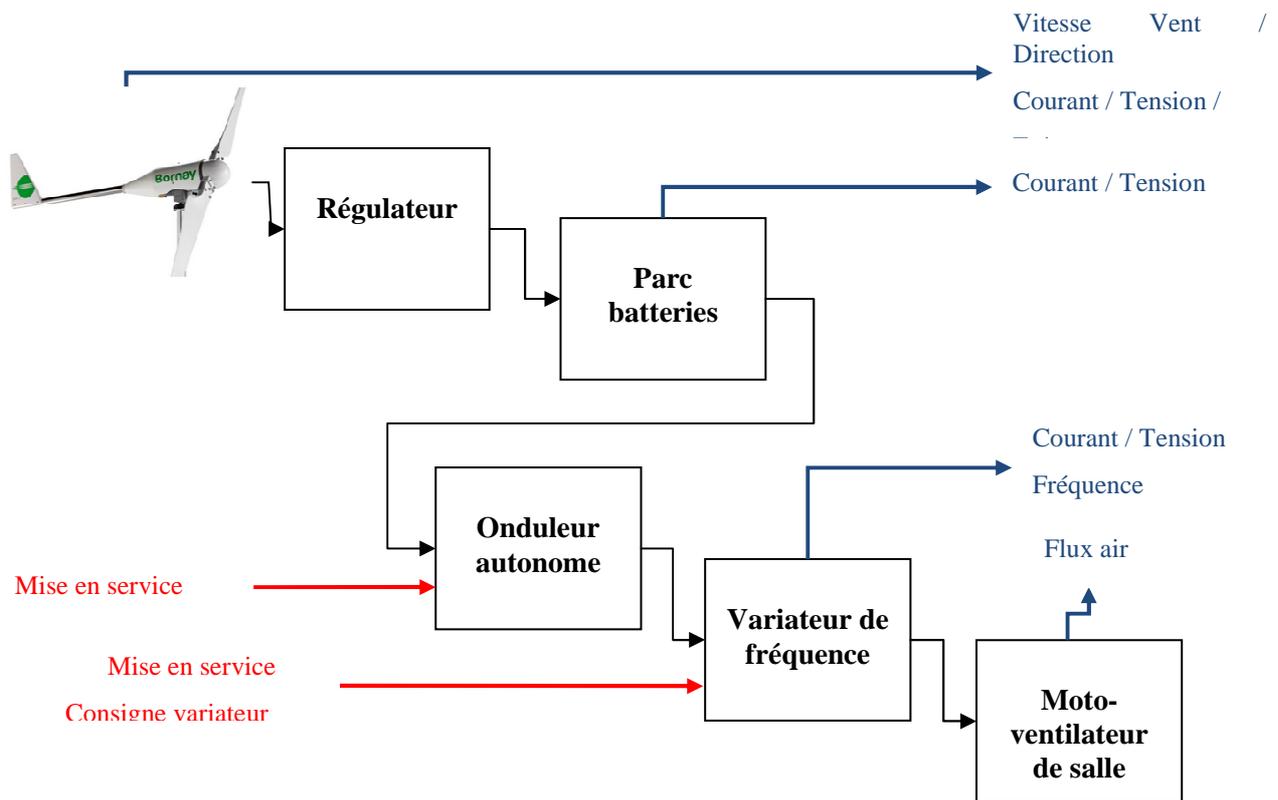
Compte tenu des configurations retenues, il serait possible de développer des activités de comparaison entre éolien et solaire. Seules les interfaces Labview seraient à développer pour cela.

## 6. QUELQUES CONSIDERATIONS TECHNIQUES

### THEME EOLIEN

Le poste de consommation d'énergie retenu est la ventilation du local du démonstrateur. Pour cela, un variateur sera mis en œuvre pour obtenir une ventilation variable.

La structure de la chaîne d'énergie proposée serait alors la suivante :



Dans le cas où cette solution serait retenue, il conviendra d'ajouter les capteurs nécessaires au niveau du variateur de fréquence si souhaité.

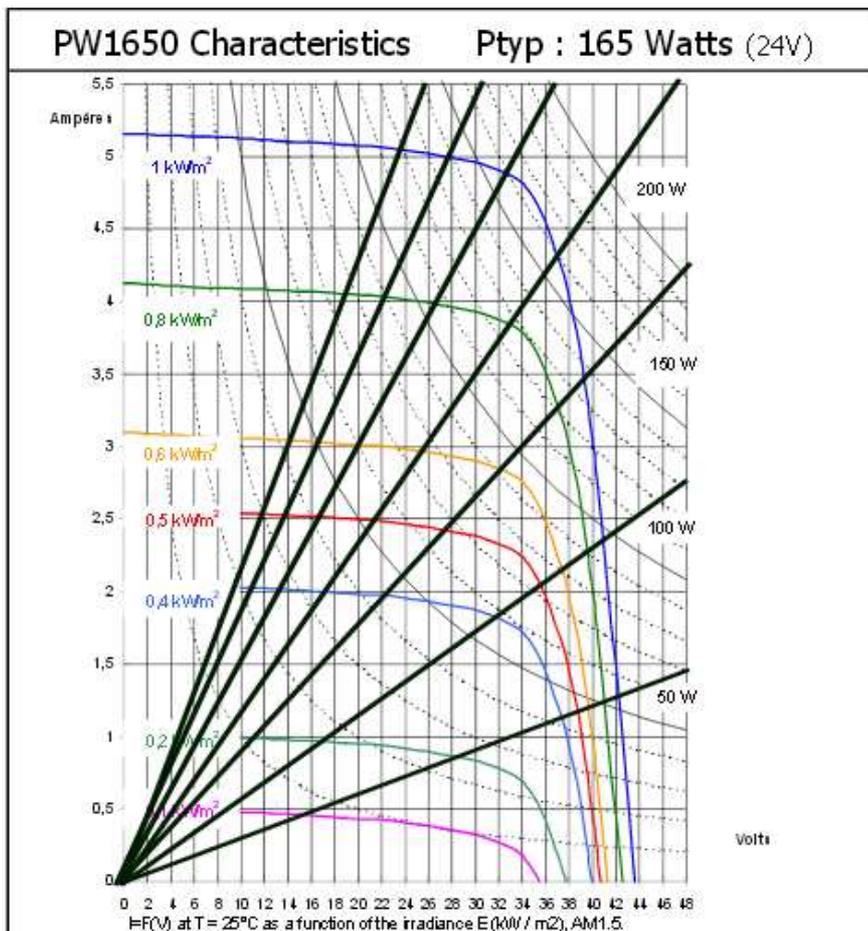
## THEME SOLAIRE

## MISE EN CHARGE DES MODULES

La solution envisagée pour la mise en charge des modules photovoltaïques est une charge résistive conçue dans le cadre du projet. En effet, la faible puissance des modules (165 Wc) ne permet pas d'envisager une solution de type commerciale car le coût est très élevé.

La proposition de solution est la suivante : utiliser une petite dizaine de résistances de puissance qui seront commutées par des transistors. Ceci permettra d'obtenir autant de point de fonctionnement que de résistances et donc de tracer une caractéristique.

La figure ci-dessous présente un tracé obtenu pour 7 résistances de 33 Ohms / 50W et le réseau de caractéristique des modules utilisés.



Réseau de caractéristiques obtenus avec 7 résistances de 33 Ohm / 50W mises en // d'où les valeurs :

33 / 16.5 / 11 / 8.25 / 6.6 / 5.5 / 4.7 Ohm.

## TRACKER

Il n'existe pas de solution de tracking pour 1 module. Cette solution pourrait donc être conçue dans le cadre d'un projet Terminale STI2D de spécialité ITEC.

Les spécifications du cahier des charges incluraient ces performances :

- Tracker 2 axes.
- Azimuth / sud :  $-120^\circ$  à  $+120^\circ$
- Tilt / horizontal :  $0^\circ$  à  $90^\circ$
- Commande en signal logique.
- Mesure de position angulaire tilt et azimuth