

# Une infrastructure de mesures météorologiques et d'analyse des performances de l'éolienne Eocycle 25 au Cégep de Jonquière



Pierre Otis<sup>1,2</sup>, Éric Villeneuve<sup>3</sup>, Martin Bourbonnais<sup>1</sup>, Jean-Benoit St-Germain<sup>3</sup>, Oscar Pineda<sup>4</sup>, Bouaziz Ait-Driss<sup>4</sup>, Jean Perron<sup>3</sup> & Marc Savard<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Chaire TERRE et <sup>2</sup> centre de production automatisé du Cégep de Jonquière, <sup>3</sup> Laboratoire International des matériaux antigivre (UQAC), <sup>4</sup> Eocycle Technologies & <sup>5</sup> Cegertec WorleyParsons

**CHAIRE TERRE**  
Chaire de recherche industrielle  
en Technologies des énergies  
renouvelables et du rendement  
énergétique



## PROBLÉMATIQUE

- Depuis 2012, la chaire en technologies des énergies renouvelables et du rendement énergétique (TERRE) du Cégep de Jonquière exploite une éolienne Eocycle de 25 kW.
- Les performances et la fiabilité des systèmes doivent être améliorées.
- Les pales de l'éolienne et les systèmes de contrôle ont été remplacés en 2014 par de nouveaux équipements de seconde génération.

## OBJECTIFS

- Faire la maintenance et la calibration d'un mât de mesure météorologique
- Analyser et comparer avec les anciens, les performances des nouveaux systèmes installés sur l'éolienne Eocycle25.

## INFRASTRUCTURE MÉTÉOROLOGIQUE

- Acquisition de données du mât de mesure adjacent à l'éolienne (Figure 1) positionné en conformité à la norme IEC 61400-12.
- Tour monopôle de 40 m constituée de trois sections tubulaires en acier superposées ainsi que d'un paratonnerre.
- Le mât comporte 15 capteurs météorologiques standardisés et étalonné par NRG Systems (Figure 2).



Figure 1: Site expérimental de la rue Panet

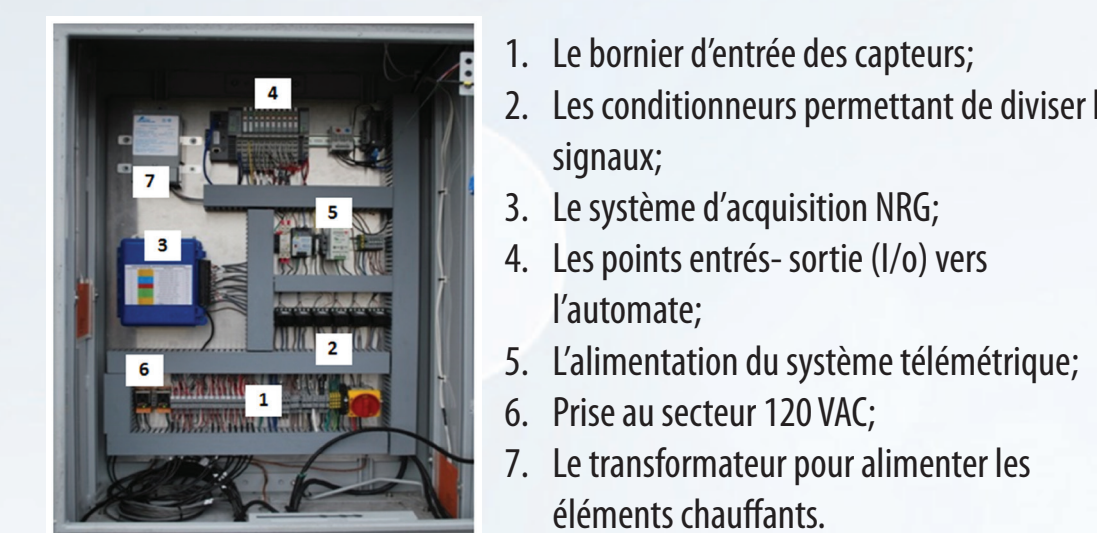
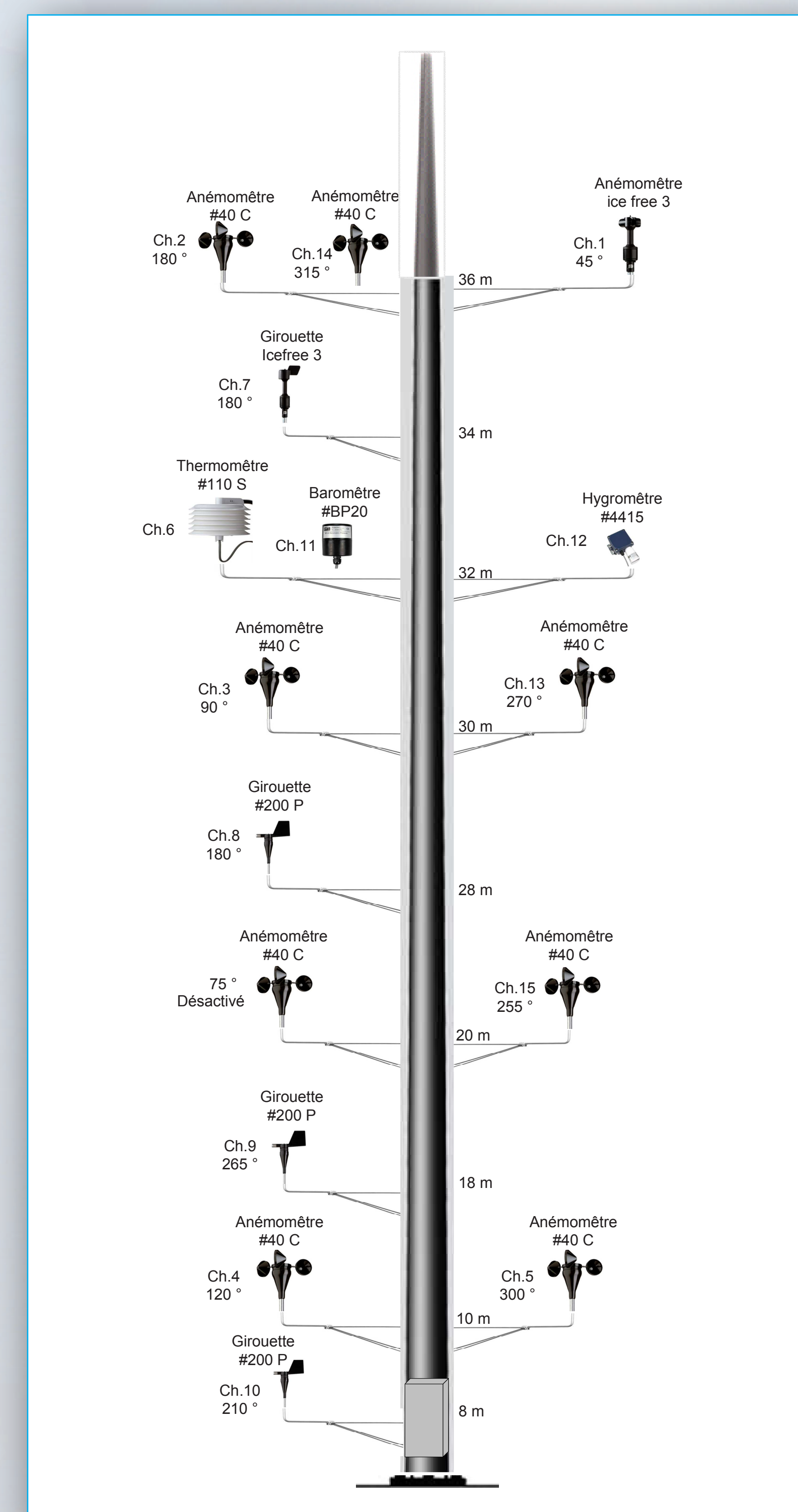


Figure 3: Boîtier d'acquisition du mât météorologique

## MÂT DE MESURE MÉTÉOROLOGIQUE



Capteur et modèle	Qty	Caractéristiques	Canaux
Anémomètre #40C	7	Plage : 0 à 96m/s Signal Sortie : AC 12V : 0-125 Hz	2-3-4 5-13 14-15
Anémomètre Icefree3	1	Plage : 0 à 96m/s Signal Sortie : AC 12V : 0-155 Hz Chauffage : 24V DC	1
Girouette #200P	3	Plage : 0 à 360 Signal Analogique Alimentation 15V DC	8-9-10
Girouette Icefree3	1	Plage : 0 à 360 Signal Analogique Alimentation 15VDC Chauffage : 24V DC	7
Thermomètre #110S	1	Plage : -40 à 52.5 Signal Analogique 0-2.5 V DC	6
Baromètre #BP20	1	Plage : 15 à 115 kPa Signal Analogique 7-35 V DC	11
Hygromètre #4415	1	Plage : 0 à 100% Signal Analogique 0-5 V DC Alimentation 12 V DC	12

## ACQUISITION ET ARCHIVAGE DES DONNÉES

- L'acquisition des données se fait en parallèle sur 2 systèmes installés dans un boîtier chauffant au pied du mât (figure 3).
- Premièrement, les données sont acquises par un NRG Symphonie Plus3. La seconde méthode d'acquisition est réalisée avec un automate à entrées déportées.
- Le mât a fait l'objet d'un suivi serré en collaboration avec le Laboratoire International des Matériaux Antigivre (LIMA) à l'Université du Québec à Chicoutimi.
- PI ProcessBook permet l'accès et la visualisation des données.
- PI DataLink permet de créer des rapports détaillés et des graphiques avec la base de données du serveur (figure 4).

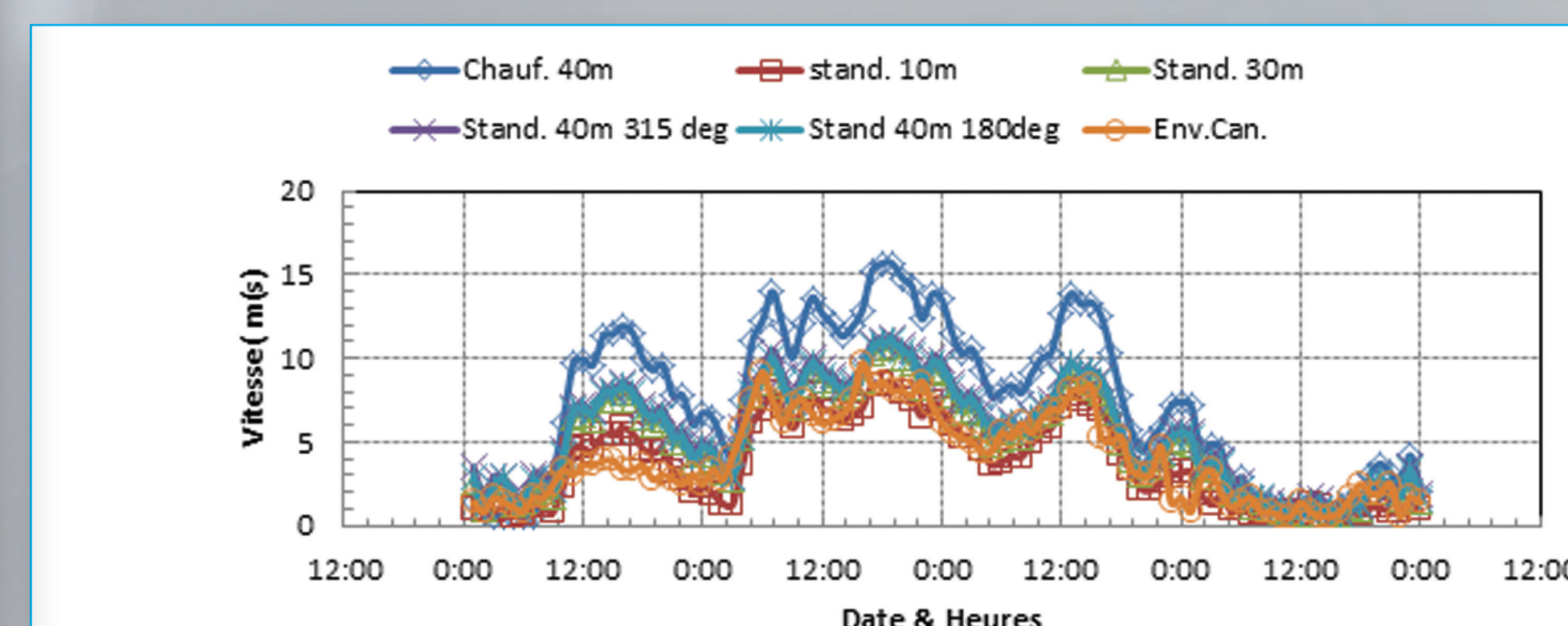


Figure 4: Comparatif des mesures des anémomètres avec PI DataLink

Vitesse du vent (m/s)	Référence 2013			Après changement de pales			Après changement nacelle et contrôles (septembre 2014)			Action combinée
	Puissance relative	Puissance relative	Hausse rendement (%)	Puissance relative	Hausse rendement (%)	Hausse rendement (%)				
3,5	0,0133	0,0248	86,5	0,067	318,0	404,5				
4,5	0,1264	0,1252	-0,9	0,208	65,7	64,8				
5,5	0,3112	0,2767	-11,1	0,428	48,8	37,7				
6,5	0,5624	0,6266	11,4	0,712	15,2	26,7				
7,5	0,8027	0,9395	17,0	0,984	5,5	22,6				
8,5	1,0000	1,1818	18,2	1,210	2,8	21,0				

Figure 5: Production électrique relative de l'éolienne pour les améliorations réalisées

## ANALYSES DES PERFORMANCES

Afin de s'assurer de la qualité de la sélection et du traitement des données, une procédure standardisée a été montée afin de :

- Établir les équations des calculs de performance et identification des variables à connaître : Vitesse et direction des vents, température, pression, humidité relative et production électrique de l'éolienne
- Déterminer que les obstacles tels que le poste de commande du site sont situés assez loin du mât de mesure pour ne pas affecter ses mesures.
- Calculer l'angle d'exclusion, ou les données du mât sont faussées par le sillon de l'éolienne. Il est de 67.74° réparti symétriquement de part et d'autre de la direction liant l'éolienne au mât de mesure

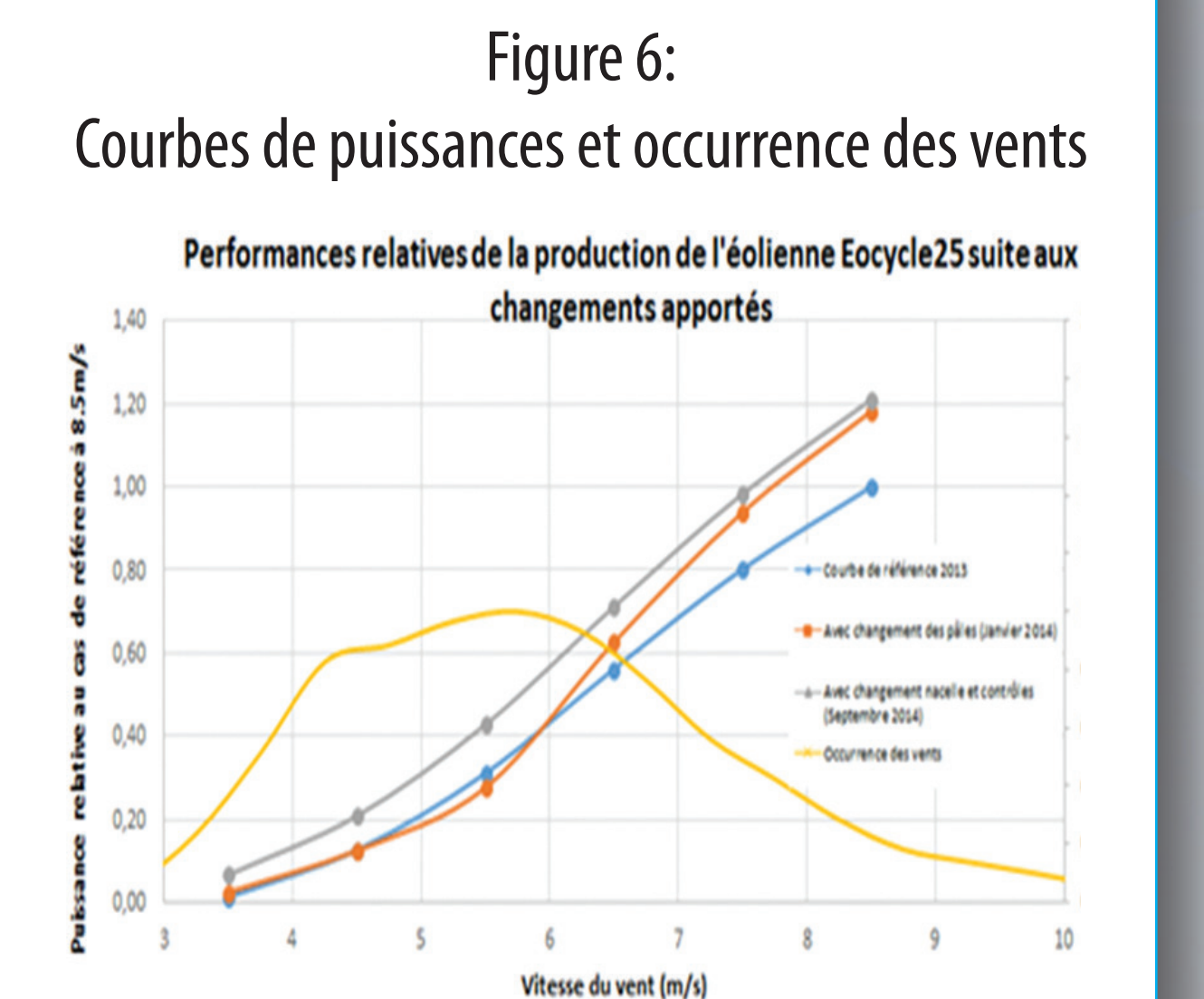
## RÉSULTATS

Les productions électriques relatives en référence au cas de 2013 (8.5m/s) sont présentées au tableau de la figure 5. Les courbes de puissance et l'occurrence de vents sont mises en évidence à la figure 6.

- Le remplacement de la nacelle et des contrôles montre une augmentation de performance marquée aux basses vitesses de vent. Il permet de tripler la production (318%), quoique faible, aux alentours du démarrage (3.5m/s).
- Les nouveaux systèmes de contrôle contribuent à largement compenser les pertes associées aux nouvelles pales jusqu'à 6.5m/s.
- Le remplacement des pales cause une augmentation de performance marquée à partir de vents supérieurs à 6.5m/s. L'augmentation due aux pales est de 18.2% et l'effet supplémentaire des contrôles s'abaisse à 2.8% pour 8.5m/s.
- L'effet combiné des deux changements permet de majorer de 21 à 26.7% la production sur les plages allant de 6.5 à 8.5 m/s.

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le nouveau système de contrôle permet de retenir plus d'énergie aux basses puissances de vent. Cet effet décroît avec la vitesse du vent et c'est alors que les nouvelles pales prennent la relève. Cette étude a permis de valider et justifier ces améliorations complémentaires apportées par Eocycle à leur produit. Le développement et la mise à l'essai de capteurs de givre avec le LIMA permettra de perfectionner la caractérisation du comportement de l'éolienne en climat nordique dans un proche avenir. Le site de Panet du Cégep de Jonquière est tout désigné pour la poursuite des études de performances visant l'amélioration continue de l'éolienne.



## REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES



UQAM Du 9 au 13 mai 2016