

Développement de matériaux composites adaptés à la réparation d'éoliennes en milieu nordique

Préparé par Yves Mathieu CDCQ
Présentation Colloque CDCQ octobre 2013

Plan de la présentation

- Objectifs de la recherche
- Travaux sur les résines de réparation
- Travaux sur les gelcoats
- Travaux sur les équipements
- Travaux à faire
- Remerciements

Objectifs de la recherche

- Synergie des partenaires
- Constat météo défavorable en Gaspésie pour les matériaux usuels

	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
T MAXIMALE >10 °C	1	14	28	30	31	27	9	1	0
T MAXIMALE >20 °C		1	6	13	12	3	0	0	0

- Sélection de la plage de température
 - -10 °C à 30 °C

Travaux sur les résines de réparation

- Détermination des critères de performance
 - Taux de polymérisation
 - Propriétés mécaniques
 - Adhésion sur la surface à réparer

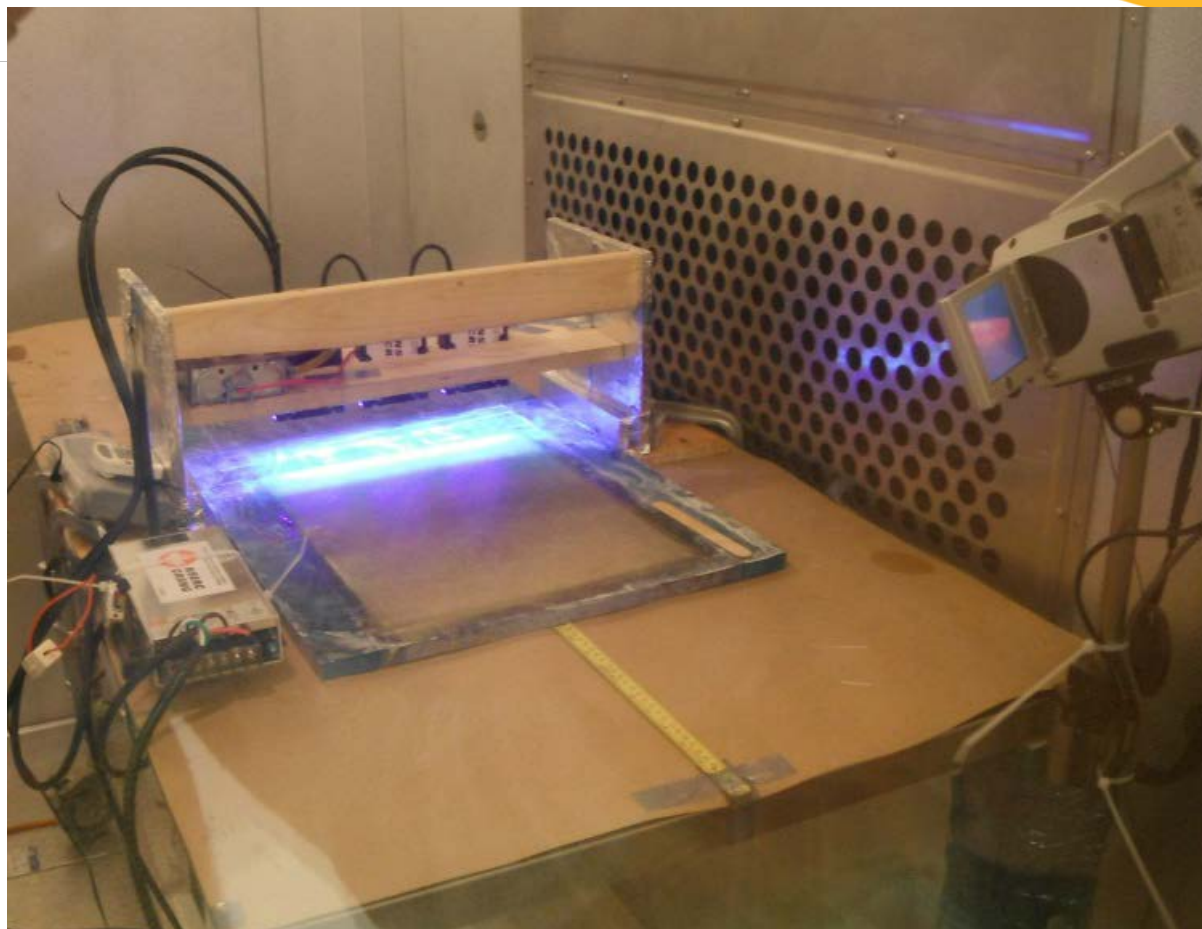
Fabrication des plaques



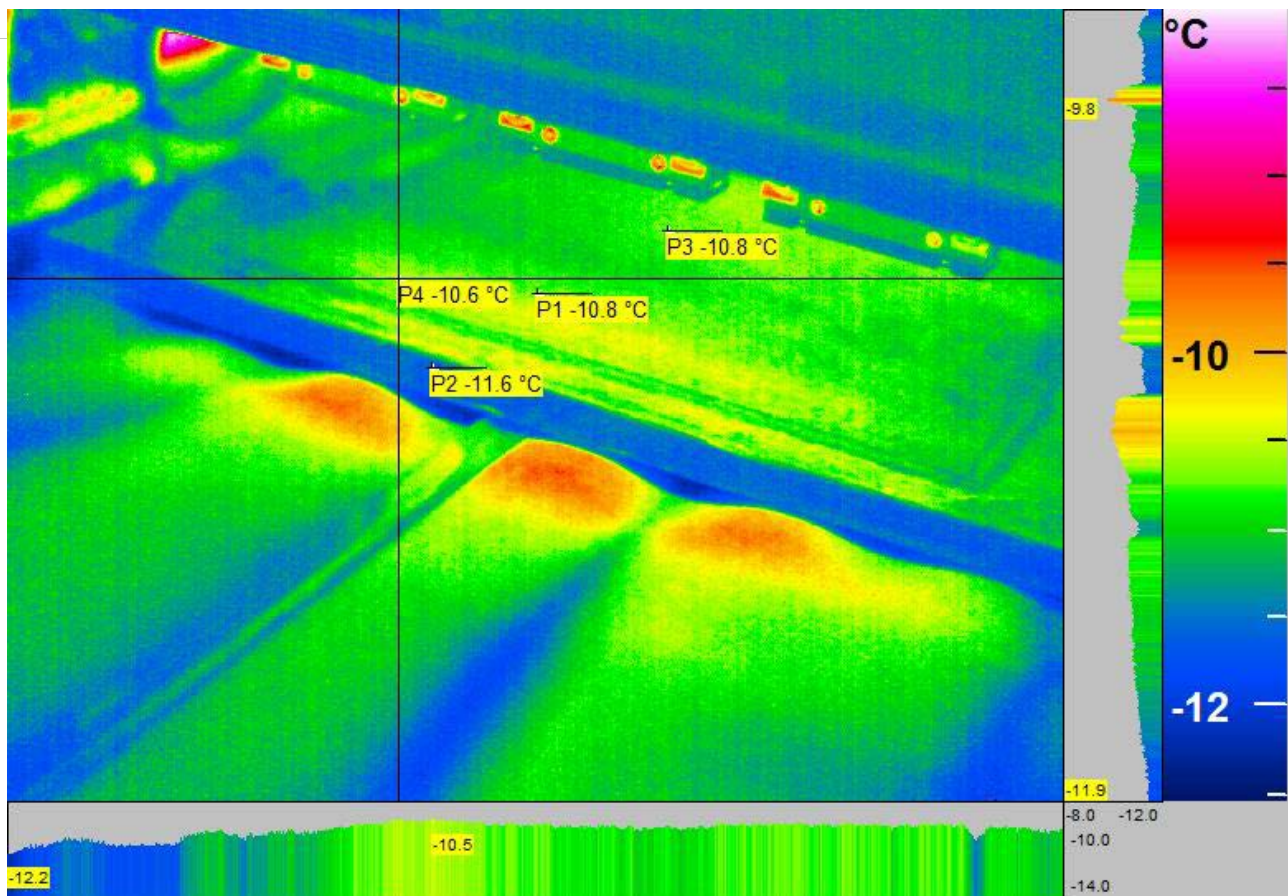
Fabrication des plaques



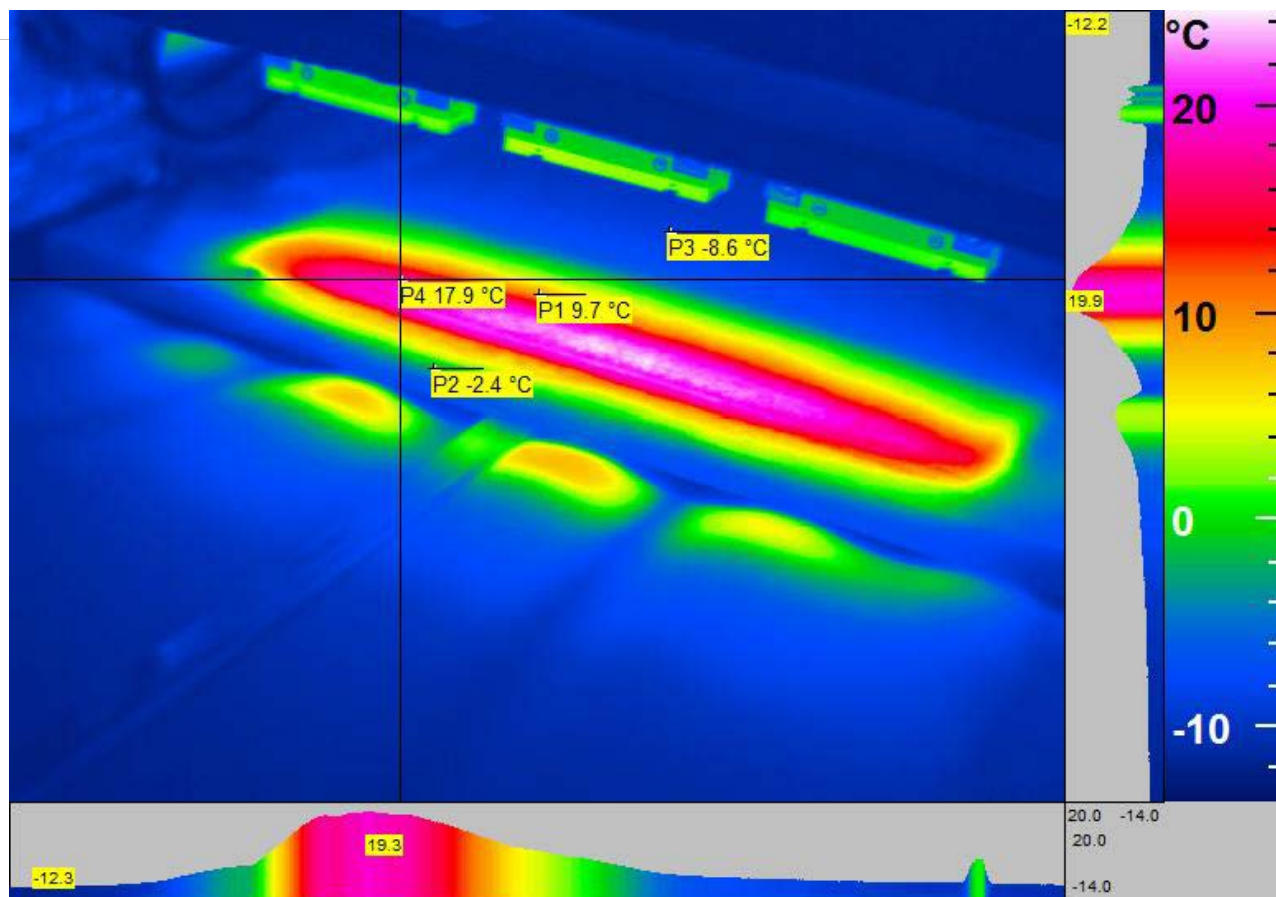
Fabrication des plaques



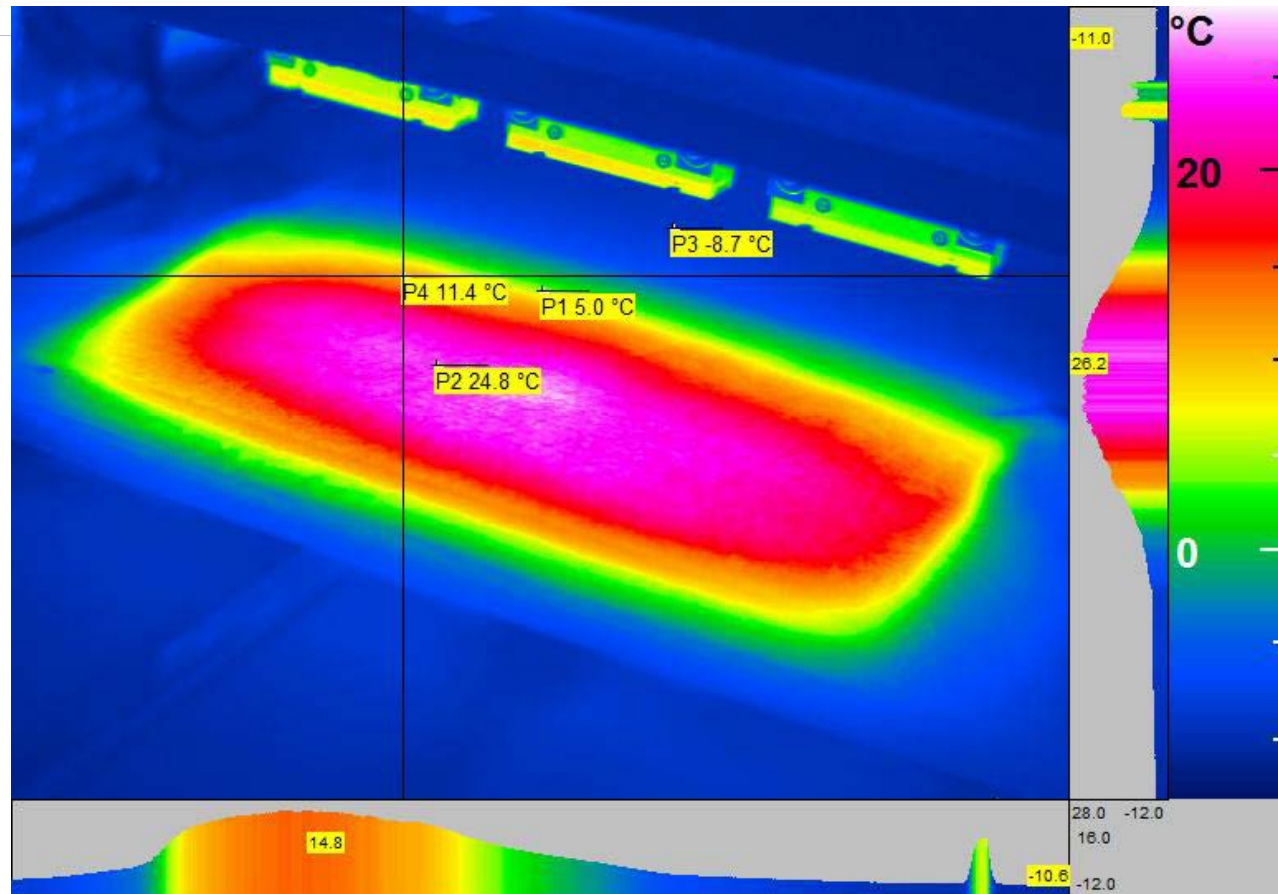
Fabrication des plaques



Fabrication des plaques

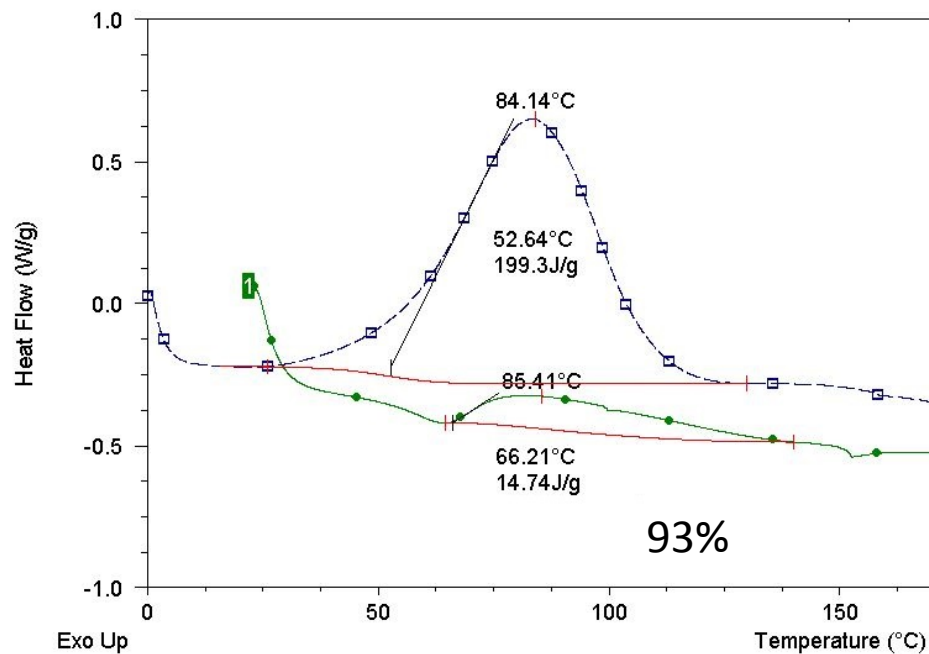


Fabrication des plaques



Taux de polymérisation

- Mesure de l'énergie de réaction totale
- Mesure de l'énergie de réaction résiduelle



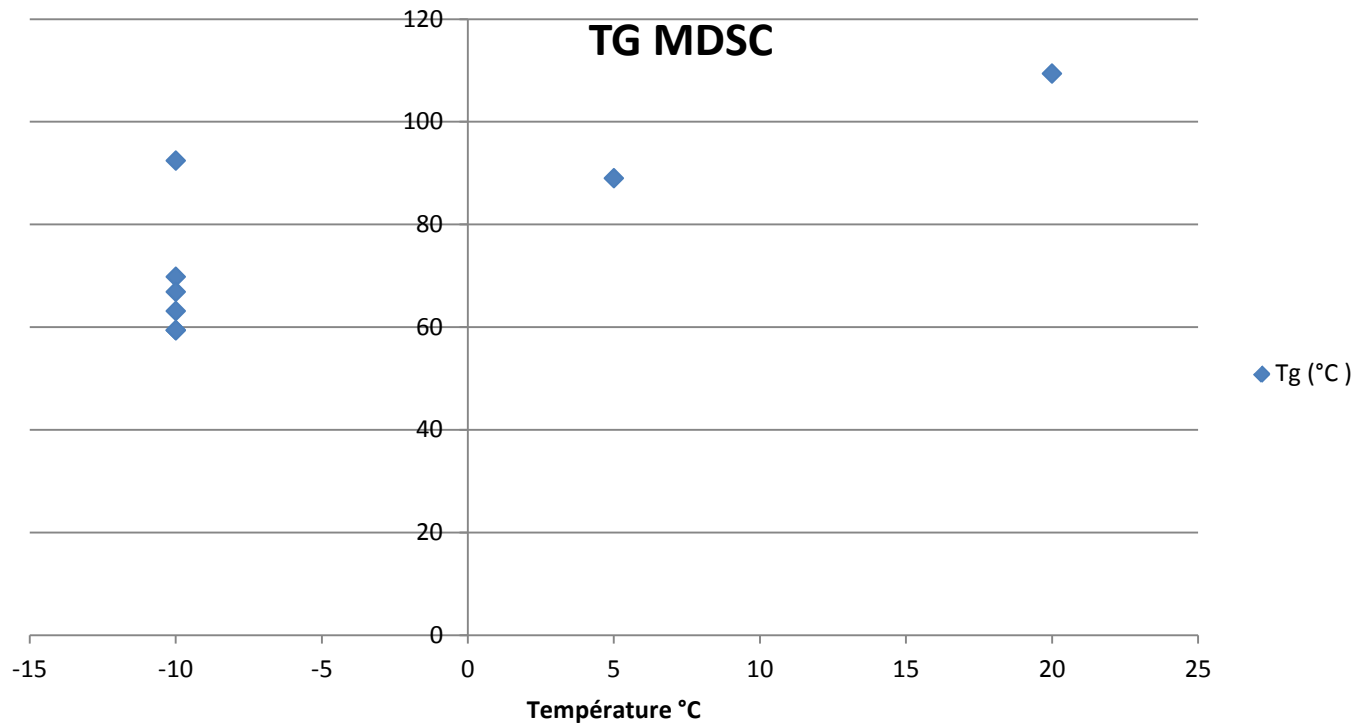
Taux de polymérisation

- Mesure de l'énergie de réaction totale
- Mesure de l'énergie de réaction résiduelle

Nombre de couches	Température	Énergie résiduelle	% polymérisation
1 mat	20	3,89	96,55 %
4 mats	20	0,76	99,37 %
4 mats	5	0,76	99,33%
1 mat	-10	9,63	91,46%
4 mats	-10	4,01	96,44%

Taux de polymérisation

- Mesure du TG



Propriétés mécaniques

- Tableau des propriétés en tension en fonction de la température

			Contrainte Max	Déformation	Module	Rétention des propriétés
	RT	-10 °C	(MPa)	(%)	(MPa)	
BIAX	X		311,1	3,83	15200	
MAT	X		138,2	2,92	7889	
BIAX		X	285,3	3,88	13627	92 %
MAT		X	123,4	2,58	7730	89 %

Adhésion sur les surfaces

- Dépendante de la préparation



Adhésion sur les surfaces

- Résultats

Nombre de couches	Température	Pull out moyen PSI
1 mat	20	1376
4 mats	20	1408
1 mat	-10	1589
4 mats	-10	1398
Pale référence		1116

Essais Gelcoat

- 1^{er} test de cuisson UV
 - Résine ISO
 - T_{ambiante}
 - Détermination des conditions de cuisson (épaisseur, quantité de photoinitiateurs)



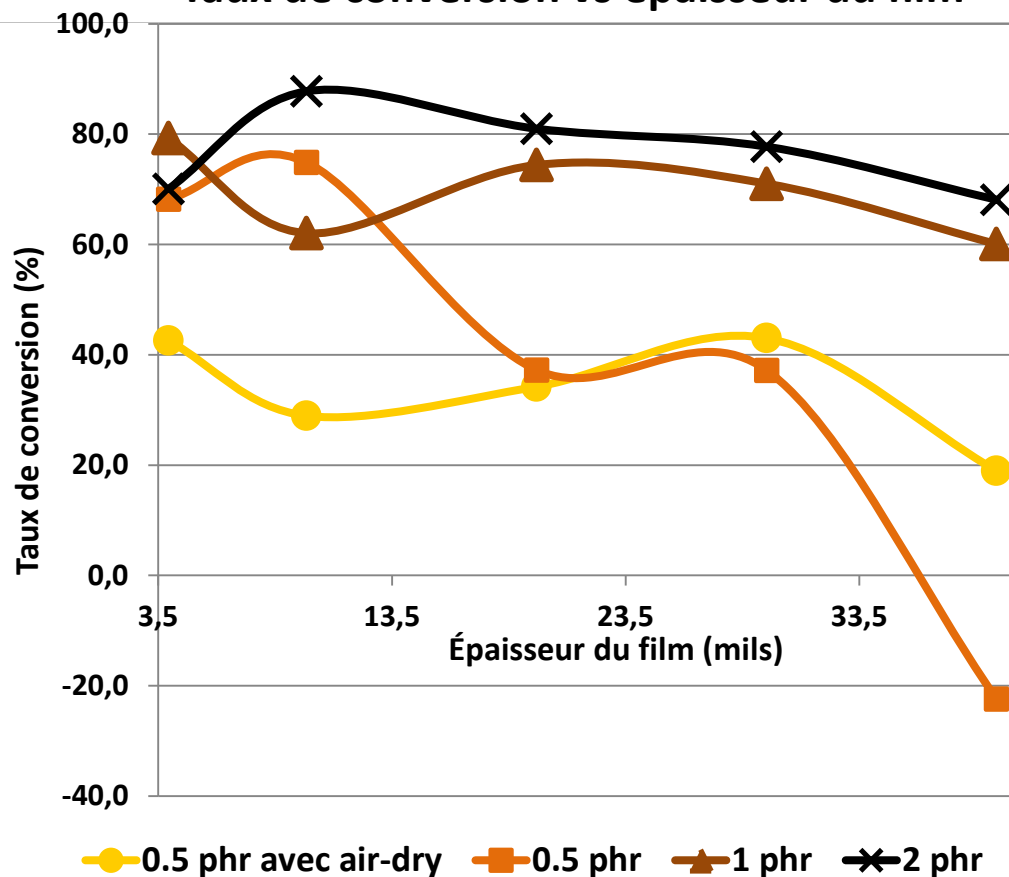
Essais Gelcoat

- Mesure du taux de conversion par infrarouge FTIR
 - Traduit l'efficacité de la polymérisation UV



Essais Gelcoat – Résultats

Taux de conversion vs épaisseur du film



- Agent air dry inefficace
- Meilleure cuisson avec 1 et 2 % de photoinitiateur
- Efficacité de cuisson ↘ avec ↗ épaisseur du film

Équipement adapté aux travaux sur cordes

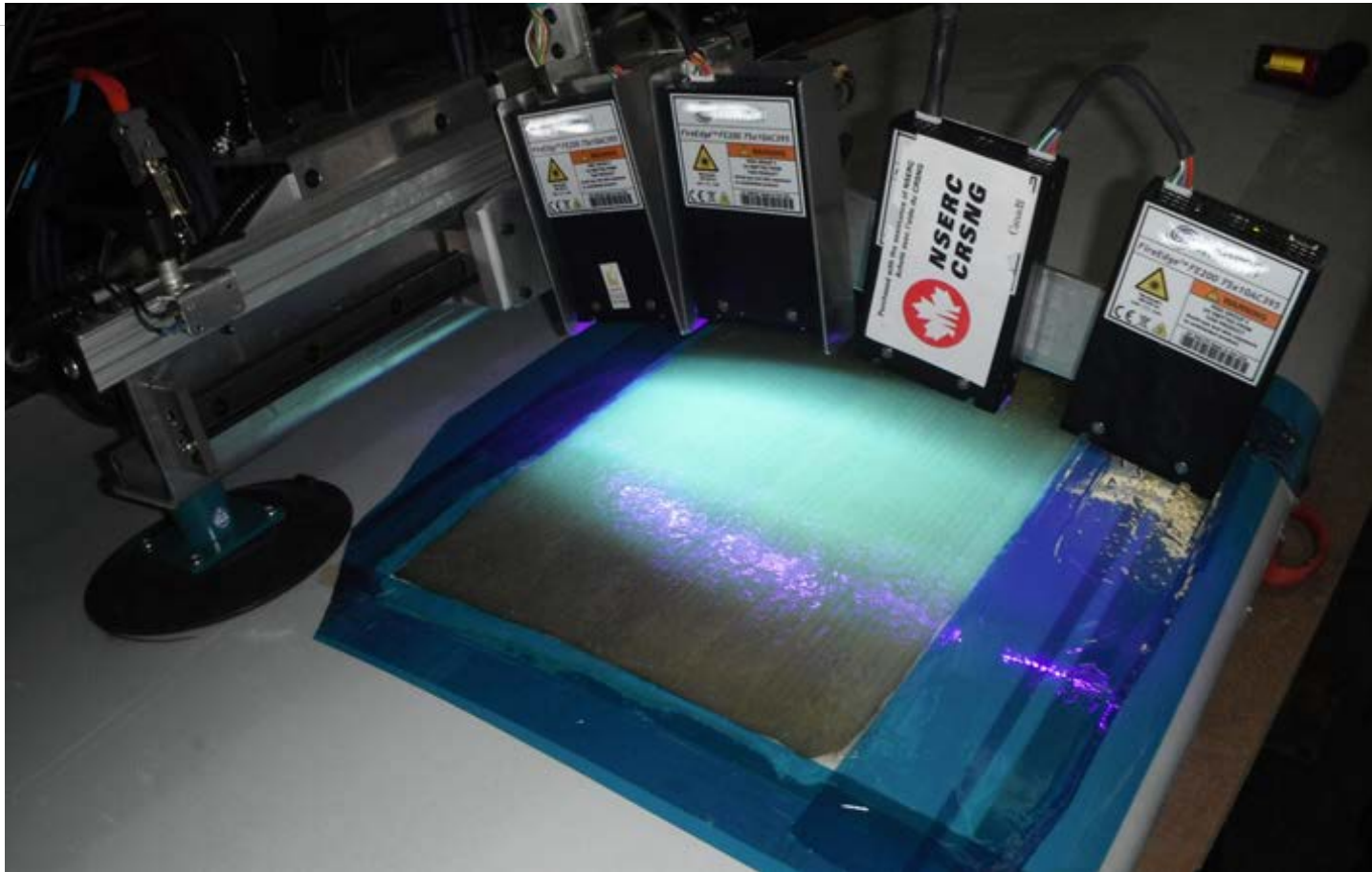
Critères de conception du module UV

- Contrôle des paramètres d'exposition (puissance de rayonnement, temps d'exposition, uniformité d'exposition)
- Adaptabilité à la surface de la pale
- Légèreté et maniabilité (travaux en hauteur)
- Résistance aux intempéries (travaux extérieur)

Équipement adapté aux travaux sur cordes



Équipement adapté aux travaux sur cordes



Équipement adapté aux travaux sur cordes



Travaux à faire

- Résine

- Optimiser le cycle de polymérisation
- Travailler sur la méthode de travail et les périphériques
- Valider les autres propriétés mécaniques

Travaux à faire - Gelcoat

- Optimiser les paramètres de cuisson à T_{ambiante}
 - Quantité de photoinitiateurs, épaisseur du film
- Évaluer l'efficacité de polymérisation à $T_{-10^{\circ}\text{C}}$
- Évaluer et optimiser les propriétés de surface
 - Abrasion, érosion, osmose, vieillissement, flexibilité
- Formuler un gelcoat spécifique pour le bord d'attaque

Travaux à faire

- Équipement

- Revoir la sélection des matériaux pour la distribution électrique
- Ajuster et renforcer les mécanismes de positionnement des lampes
- Ajouter des protections contre les intempéries

Remerciements

- CRSNG 
- Partenaires industriels et personnel de recherche
 - Sogel inc.
 - Caroline Sow PhD Chimie
 - Brian Robertson
 - Vertika inc.
 - Frédéric Audette Ing.
 - Jean-Marc Cereghetti, tech
 - Patrick Wait
 - Daniel Bergeron
- Personnel de recherche CEGEP/CDCQ
 - Yves Mathieu Ing. M.Sc.A. - CDCQ
 - Patrice Arpin PhD Chimie - CEGEP
 - Marc St-Pierre, Patrick Gagnon, Jean-François Corbeil - CDCQ
 - Vincent Sauvé, Maxime Joanis - étudiants

