



IC-1

## IC-1

Le système de surveillance des conditions de givre IC-1 est un instrument utilisé pour détecter et quantifier les événements de formation de glace. Il permet également de quantifier de nombreuses caractéristiques météorologiques nécessaires pour obtenir le portrait des événements givrants. Le IC-1 a été conçu pour être installé sur la nacelle d'une éolienne et sur des mâts météorologiques. Ses mesures permettent aux opérateurs de mieux gérer leurs actifs en guidant leurs décisions sur des mesures de terrain et en automatisant certaines actions. Il peut être utilisé pour déclencher un système de chauffage de pales ou comme aide à la prise de décision pour les stratégies d'opération alternatives pour minimiser les pertes de production dues à l'accumulation de glace. Il s'agit d'un instrument robuste adapté à la réalité des conditions observées sur des parcs éoliens en climat froid.

**Anémomètre.** Le IC-1 est équipé d'un anémomètre FT Technologies pour mesurer la vitesse du vent. Cet anémomètre a fait ses preuves à travers les années dans les environnements les plus arides.

**Sondes de détection de glace.** Les sondes chauffantes permettent de détecter les conditions qui mènent à l'accumulation de glace. Leur sensibilité accrue offre l'opportunité de détecter le début de l'événement de givre dès les premiers signes.

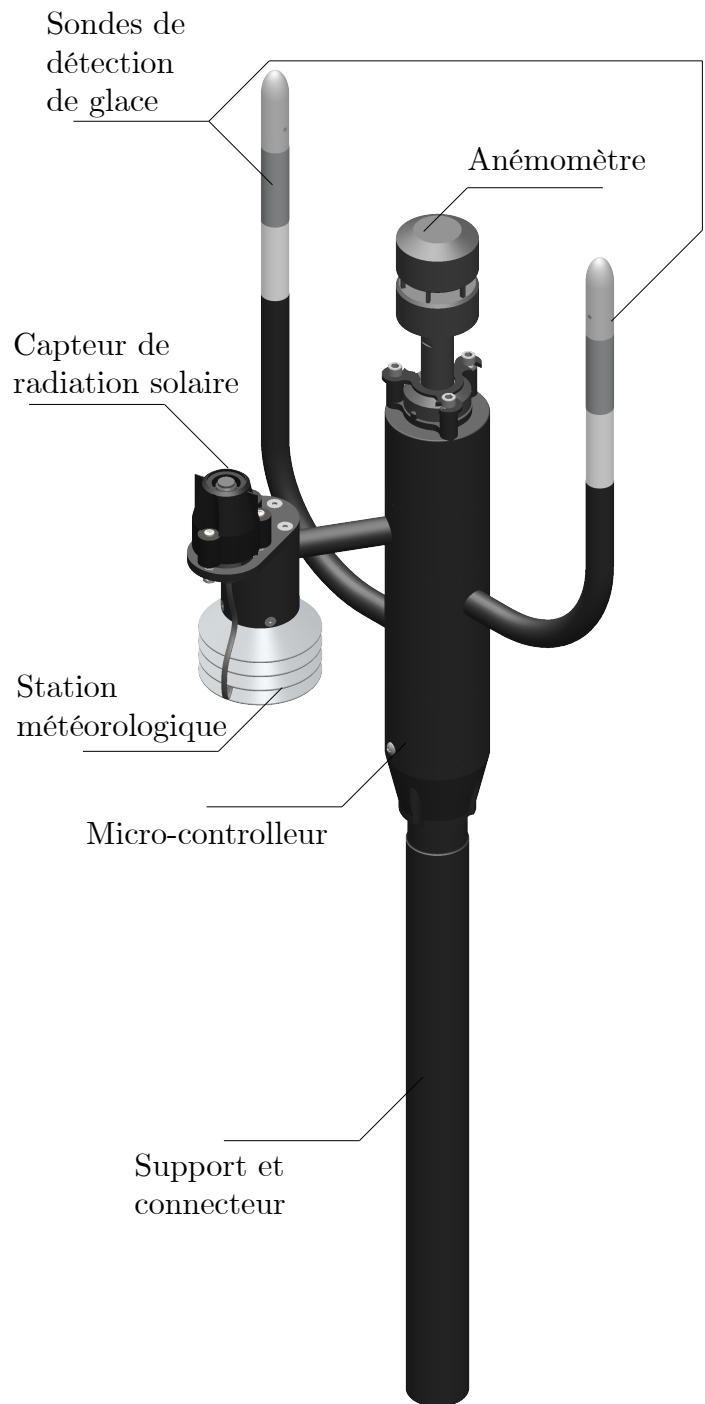
**Capteur de radiation solaire.** Il permet la mesure du rayonnement solaire et de la couverture nuageuse.

**Station météorologique.** Elle est employée pour mesurer précisément la température ambiante, la pression atmosphérique et l'humidité relative.

**Microcontrôleur.** Les signaux sont analysés localement, aucune mesure externe n'est requise pour déterminer les conditions météorologiques et les conditions de givre.

Protocole de communication : sériel 485 full-duplex.

**Support et connecteur.** Un support polyvalent qui peut être adapté à une variété de configurations est partie intégrante du IC-1.



## Fonctionnement

Le IC-1 est équipé de deux sondes chauffées en permanence pour empêcher le givre de les recouvrir entièrement. Le principe de détection breveté [1, 2] utilise le transfert thermique pour détecter la présence de gouttelettes d'eau dans l'air. Lorsque ces dernières frappent la surface des sondes chauffées, le transfert de chaleur est amplifié par rapport à celui attendu en fonction de la vitesse du vent et de la température de surface mesurée. À partir de cette quantité de chaleur supplémentaire extraite de la surface des sondes, il est possible d'estimer le contenu en eau liquide (LWC) présent dans l'air. Cette méthode de détection directe confère au système une sensibilité accrue comparativement aux méthodes se basant sur l'accumulation de glace sur les surfaces. <sup>1</sup>

## Cabinet électrique de contrôle

Chaque instrument est livré avec un cabinet électrique de contrôle installé dans la nacelle de l'éolienne. Ce cabinet, alimenté en courant alternatif 115/230V, assure le lien entre les signaux mesurés par le système IC-1 et le poste de contrôle du parc éolien. Le cabinet électrique inclut tous les équipements requis pour le fonctionnement du IC-1, y compris des parasurtenseurs et un périphérique de contrôle (edge device). Le cabinet est conforme aux normes CSA22.2-286-17 et UL508a.

## Périphérique de contrôle

Le IC-1 est livré avec son intermédiaire de contrôle (*edge device*) permettant l'intégration des signaux au réseau informatique. Ce périphérique offre une interface intuitive et conviviale permettant de surveiller et gérer les données collectées par le IC-1. Grâce à la connectivité Internet, les données sont facilement accessibles à distance. L'architecture flexible de l'interface peut être adaptée selon les besoins.

## Protocoles de communication

Les informations provenant du IC-1 sont acheminés vers le réseau via le périphérique de contrôle. Ce dernier héberge un serveur **Modbus TCP** auquel d'autres périphériques peuvent facilement se connecter. Des programmes personnalisés sont également disponibles pour envoyer directement les données vers des serveurs en utilisant d'autres protocoles (*e.g.* SQL, FTP).

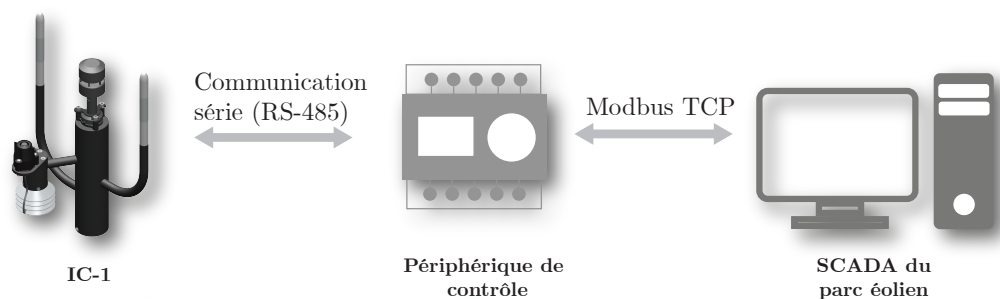


Figure 2: Diagramme de communication.

<sup>1</sup>À noter que la validité des mesures est vérifiée pour une orientation de l'instrument à plus ou moins 60 degrés de la direction du vent.

**Dimensions physiques (en mm)**

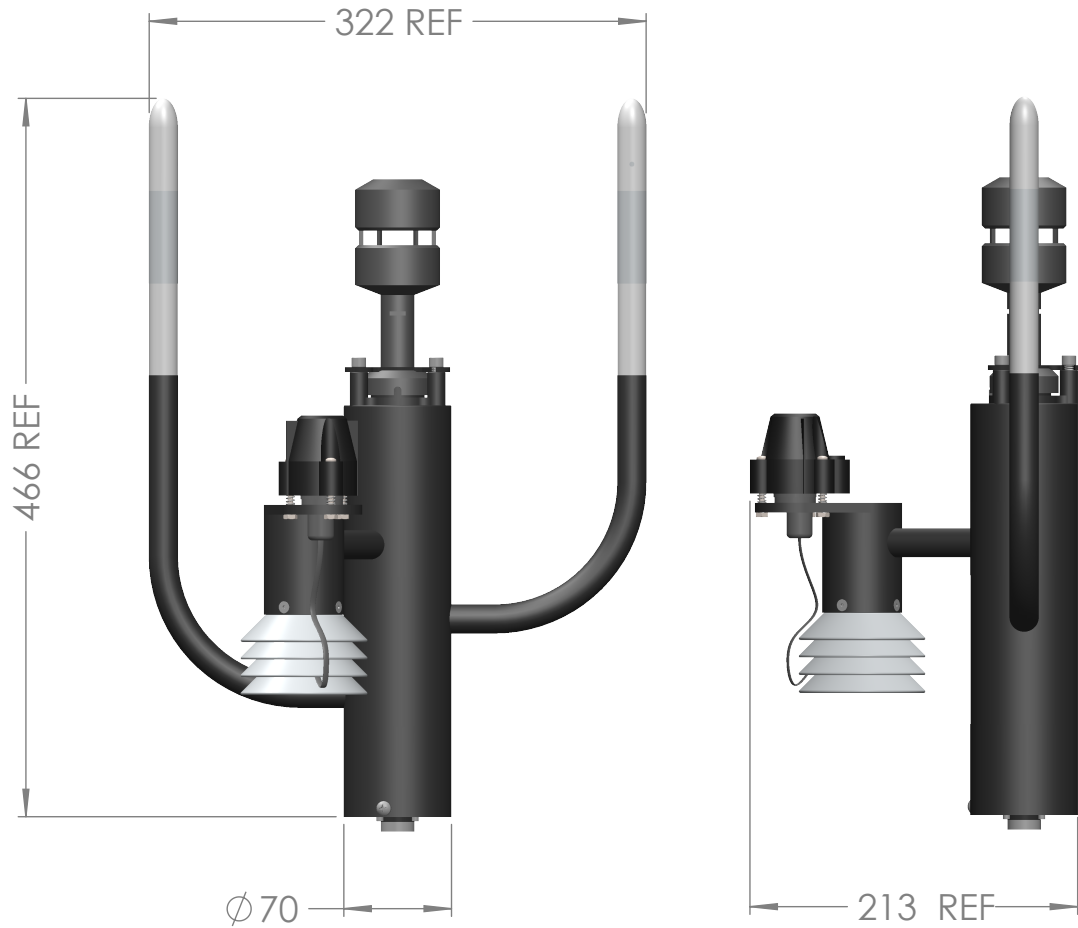


Figure 3: Dimensions physiques du système de surveillance des conditions de givre IC-1 en mm. L'instrument a une masse de 3300 g.

## Spécifications techniques

Les spécifications techniques détaillées du IC-1 sont listées, offrant un aperçu complet de ses capacités et performances.

Mesures disponibles		
Vitesse du vent	0 à 50 m/s	±0.3 m/s (0 à 16 m/s) ± 2% (16 à 40 m/s) ± 4% (40 à 50 m/s)
Direction du vent	0 à 360°	± 4°
Température ambiante	-40 à 70°C	± 0.1°C (-20 à 30°C)
Humidité relative	10 à 100 %	± 3% RH
Pression barométrique	30 à 110 kPa	± 0.1 kPa
Radiation solaire	0 à 1800 W/m <sup>2</sup>	± 5%
Contenu en eau liquide <sup>1*</sup>	Typ. 0 à 1 g/m <sup>3</sup>	
Sévérité <sup>2*</sup>	Typ. 0 à 6 g/(sm <sup>2</sup> )	
Accumulation de glace*	mm	
Type de glace* (ISO 12494)	Verglas ( <i>Glaze</i> ) Givre dur ( <i>Hard rime</i> ) Givre mou ( <i>Soft rime</i> )	
Précipitation	oui/non	
<i>Meteorological icing</i>	oui/non	
<i>Instrumental icing</i>	oui/non	

Table 1: Signaux disponibles avec l'instrument IC-1

<sup>1</sup> Contenu en eau liquide effectif.

<sup>2</sup> La sévérité est la densité de gouttelettes qui frappent une surface par unité de temps.

\* Valeurs estimées

Table 2: Historique des versions

Date	Revision	Auteur	Changements
juin 2023	0	Philippe Guay	version initiale

## Références

- [1] André Bégin-Drolet, Jean Ruel, and Jean Lemay. Method and apparatus for determining an icing condition status of an environment, December 19 2017. US Patent 9,846,261 (CA 2,908,128).
- [2] André Bégin-Drolet, Jean Ruel, and Jean Lemay. System and method for determining an icing condition status of an environment, July 14 2020. US Patent 10,712,301 (CA 3,012,392).