



# **Spécification d'exigences**

## **Acquisition des données solaires photovoltaïques**

**HQ-0230-02**  
**R1.2 10 juin 2025**

# Fiche de contenu

| Version | Date       | Auteur                              | Commentaire  |
|---------|------------|-------------------------------------|--|
| 1.2     | 2025/06/10 | Mario Vandal                        | Ajout de l'Addenda #2 - Exigences d'acquisition des données d'un système de stockage d'énergie intégré à la production solaire PV<br><br>Mise à niveau des références DNP et ajout de la référence IEEE Std1815-2012 ([IEEE-1]).   |
| 1.1     | 2024/06/25 | Mario Vandal<br>Christophe Odevaert | Sections 1.1 et 1.2 : Ajout de l'exigence de quatre connexions TCP actives pour les besoins du nouveau système de conduite de réseau d'Hydro-Québec. Retrait de l'exigence de communication par liaisons série.<br><br>Mise à niveau par rapport aux exigences de la fiche BENEX : <ul style="list-style-type: none"><li>Annexe A.1 : ajout des mesures de puissance réactive, tension, courant à chacune des lignes MT du poste. Alarme d'opération de l'automatisme de limitation de production au point de raccordement</li><li>Annexe B.1 : ajout des mesures du capteur de neige</li></ul> Mise à niveau des intervenants selon la nouvelle structure administrative d'Hydro-Québec<br><br>Retrait des exigences d'acquisition des données de maintenance prédictive des onduleurs. Ces exigences sont transférées dans l'addenda # 1 au document HQ-0230-02, car elles s'appliquent uniquement pour les centrales solaires PV propriété d'Hydro-Québec. Voir Annexe E. |
| 1.0     | 2021/05/18 | Mario Vandal<br>Frédéric Lapointe   | Annexe A.1 (données d'exploitation du poste électrique) : <ul style="list-style-type: none"><li>Ajout de l'état des disjoncteurs basse tension (&lt; 750 volts) pour les centrales raccordées au réseau de distribution</li><li>Ajout de la consommation des services auxiliaires (voir également section B.4)</li></ul> Section B.2.2 Définition de l'état d'opération de l'onduleur (statuts de la machine)<br><br>Section B.5 ajout des données de maintenance préventive de l'onduleur.  |
| 0.1     | 2019/03/19 | Mario Vandal<br>Julien Choisnard    | Version initiale pour exigences aux fins d'appel d'offres  |

# À propos de ce document

---

## Portée

Ce document décrit les exigences applicables aux dispositifs de communication utilisés dans les centrales solaires photovoltaïques qui sont utilisés pour la transmission des données d'exploitation vers le système de conduite du réseau (SCR) d'Hydro-Québec.

L'addenda 1, spécifié à l'annexe E, décrit les exigences d'acquisition des données de maintenance prédictive des onduleurs d'une centrale solaire PV propriétés d'Hydro-Québec. L'addenda 2 décrit les exigences d'acquisition des données d'un système de stockage d'énergie intégré à la production solaire PV.

Sont exclues les données demandées par Hydro-Québec pour fin d'études particulières en temps différé.

---

## Public visé

Ce document est destiné aux responsables de l'ingénierie des dispositifs de communication des Producteurs solaires photovoltaïques ainsi qu'au personnel ainsi qu'au personnel d'Hydro-Québec, responsable des besoins d'exploitation<sup>1</sup> et de la prévision de la production solaire PV<sup>2</sup>.

---

1. Direction – Stratégie de conduite du système énergétique.  
2. Direction Planification de la conduite du système énergétique

---

## Abréviations

| Tableau 1 Abréviations |  |
|------------------------|--|
| Abréviation            | Description  |
| GEN-N-510              | Encadrement de la direction – Exploitation du réseau qui définit les règles de gestion des points d'alarme |
| PV                     | Photovoltaïque   |
| SCR                    | Système de conduite du réseau  |

---

## Définitions

| Tableau 2 Définitions           |  |
|---------------------------------|--|
| Centrale solaire photovoltaïque | Dispositif technique de production d'électricité par des panneaux solaires photovoltaïques reliés entre eux et utilisant des onduleurs pour être raccordés à un réseau                                     |
| Onduleur                        | Équipement électrique qui transforme le courant continu produit par les panneaux photovoltaïques en courant alternatif, et qui peut ensuite être réinjecté sur le réseau collecteur de la centrale solaire |

---

## Références

| Tableau 3 Références             |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Groupe d'utilisateurs DNP</b> |  |
| [DNP-1]                          | « DNP3 Intelligent Electronic Device (IED) Certification Procedure Subset Levels 1, 2, and 3 », DNP Users Group, version 3.1 rev1, sept. 2022  |
| <b>Hydro-Québec</b>              |  |
| [HQ-1]                           | <a href="#">Fiche BENEX pour les données d'une centrale solaire PV raccordée à un niveau de tension supérieur à 44kV (réseau de transport)</a> |
| [HQ-2]                           | Fiche BENEX pour les données d'une centrale solaire PV raccordée à un niveau de tension inférieur à 44 KV (réseau de distribution)             |
| <b>IEC</b>                       |  |
| [IEC-1]                          | IEC 61724-1:2017, Photovoltaic system performance - Part 1: Monitoring   |
| <b>IEEE</b>                      |  |
| [IEEE-1]                         | Std1815-2012 – IEEE Standard for Electric Power Systems Communications – Distributed Network Protocol (DNP3)                                   |
|                                  |  |

# Résumé

## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Chapitre 1 Exigences de communication.....</b>                                      | <b>8</b>  |
| 1.1 Exigences de l'interface de communication .....                                    | 8         |
| 1.2 Exigences du protocole de communication.....                                       | 9         |
| <b>Chapitre 2 Exigences d'acquisition des données .....</b>                            | <b>11</b> |
| 2.1 Données d'exploitation du poste électrique (poste de départ) .....                 | 11        |
| 2.2 Données d'un mât météorologique.....   | 13        |
| 2.3 Données d'un onduleur .....  | 14        |
| 2.4 Données de production de la centrale solaire PV .....                              | 14        |
| <b>Chapitre 3 Exigences de configuration .....</b>                                     | <b>15</b> |
| 3.1 Paramètres de communication DNP3 .....   | 15        |
| 3.2 Liste des points .....   | 15        |
| <b>Chapitre 4 Exigences de certification.....</b>                                      | <b>18</b> |
| 4.1 Certification en laboratoire.....  | 18        |
| 4.2 Essais au chantier .....   | 18        |
| <b>Chapitre 5 Exigences d'exploitation .....</b>                                       | <b>20</b> |
| 5.1 Travaux planifiés.....   | 20        |
| 5.2 Défaillance des dispositifs de communication et d'acquisition.....                 | 20        |
| 5.3 Rapport d'événement .....  | 20        |
| <b>Annexe A   Données requises pour l'exploitation du poste électrique.....</b>        | <b>21</b> |
| A.1 Données d'exploitation du poste .....  | 21        |
| A.1.1 Regroupement d'alarmes des dispositifs de protection .....                       | 23        |
| A.1.2 Calcul du nombre d'unités d'onduleurs en production .....                        | 24        |
| A.1.3 Alarme de panne d'instruments d'acquisition.....                                 | 24        |
| A.1.4 Sens des mesures de MW et Mvar à la haute tension du poste.....                  | 24        |
| A.1.5 Sens des mesures de MW à la basse tension du poste .....                         | 24        |
| A.1.6 Condition anormale de la téléprotection.....                                     | 24        |
| A.1.7 Mode de gestion centralisé sélectionné de la centrale solaire PV.....            | 25        |
| A.1.8 Consigne de tension.....   | 25        |
| A.1.9 Consigne de statisme .....   | 25        |
| A.1.10 Consigne de facteur de puissance .....  | 25        |
| A.1.11 Consigne de limitation supérieure de la puissance produite .....                | 25        |
| <b>Annexe B   Données requises pour la prévision de la production solaire PV .....</b> | <b>27</b> |
| B.1 Données météorologiques .....  | 28        |
| B.1.1 Calcul de la direction moyenne du vent .....                                     | 29        |
| B.2 Données d'un onduleur .....  | 29        |
| B.2.1 Consigne de puissance disponible d'un onduleur.....                              | 30        |
| B.2.2 Statut de la machine.....  | 30        |
| B.3 Données de production d'une centrale solaire PV.....                               | 31        |
| B.3.1 Calcul de la puissance disponible des onduleurs .....                            | 31        |
| B.3.2 Calcul de la puissance disponible du poste .....                                 | 32        |
| B.3.3 Calcul de la puissance disponible de la centrale .....                           | 32        |
| B.4 Données des services auxiliaires.....  | 33        |
| <b>Annexe C   Données requises pour la conduite du réseau électrique .....</b>         | <b>34</b> |

|                 |  |           |
|-----------------|--|-----------|
| <b>Annexe D</b> | <b>Séquence d'initialisation maître/esclave DNP3 .....</b> | <b>35</b> |
| <b>Annexe E</b> | <b>Addendas au HQ230-02 .....</b>                          | <b>36</b> |

## **Liste des tableaux**

|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <b>Tableau 1</b> | <b>Abréviations.....</b>  | <b>.4</b> |
| <b>Tableau 2</b> | <b>Définitions.....</b>   | <b>.4</b> |
| <b>Tableau 3</b> | <b>Références.....</b>  | <b>.5</b> |
| <b>Tableau 4</b> | <b>Utilisation des classes de type événement 1, 2 et 3 .....</b>    | <b>11</b> |
| <b>Tableau 5</b> | <b>Objets et variations DNP3 pour les données solaires PV .....</b> | <b>12</b> |
| <b>Tableau 6</b> | <b>État d'opération d'un onduleur .....</b>                         | <b>30</b> |

## **Liste des figures**

|  |          |
|--|----------|
| <b>Figure 1 - Architecture de communication du système .....</b> | <b>8</b> |
|--|----------|

# Chapitre 1

# Exigences de communication

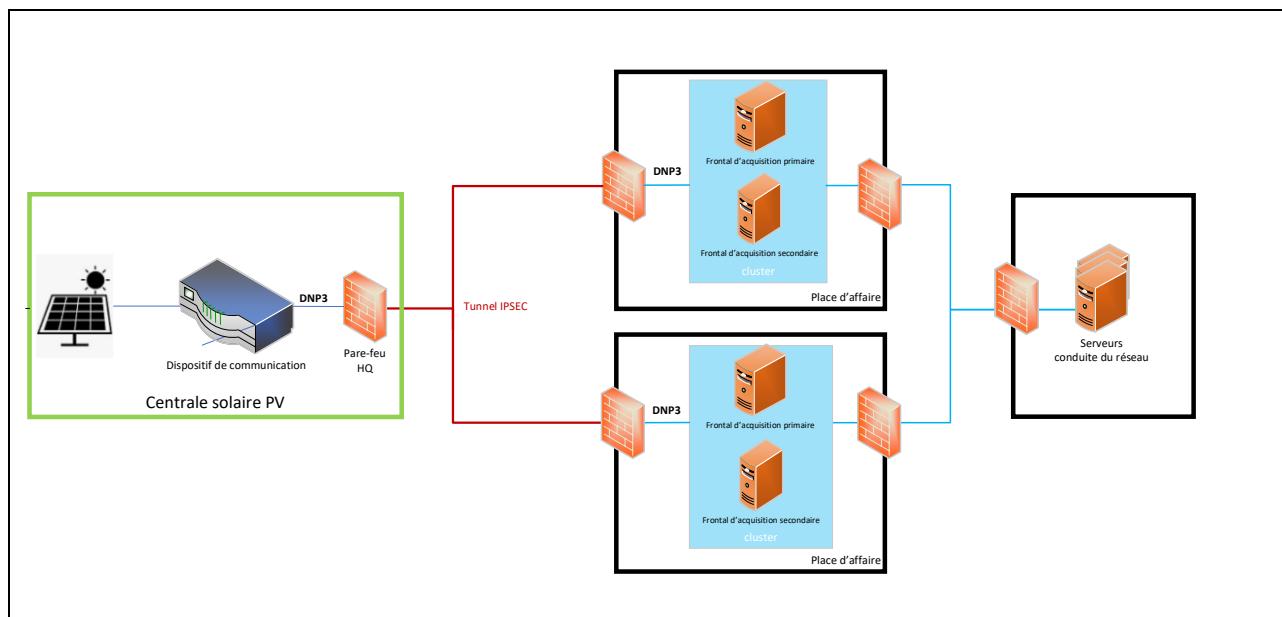
Ce chapitre présente les exigences de communication applicables aux dispositifs de communication des centrales solaires PV (photovoltaïques). Elles sont divisées en deux catégories :

- exigences de l'interface de communication ;
- exigences du protocole de communication.

## 1.1 Exigences de l'interface de communication

La figure illustre l'architecture de communication mise en œuvre pour l'acquisition des données solaires PV. Le système de conduite de réseau (SCR) d'Hydro-Québec comprend quatre frontaux d'acquisition répartis dans deux places d'affaires. Ces frontaux communiquent avec une centrale solaire PV par l'intermédiaire d'un réseau de télécommunications IP sécurisé. Le protocole de communication DNP3 est normalisé pour l'acquisition des données. Les données acquises par les frontaux sont transférées aux serveurs de traitement de données du système de conduite du réseau.

Figure 1 - Architecture de communication du système



Les exigences applicables aux interfaces de communication du dispositif de communication de la centrale solaire PV sont les suivantes :

- Le dispositif doit être équipé d'une interface Ethernet de 10 ou 100 Mbit/s permettant le raccordement au pare-feu installé dans l'armoire de télécommunications d'Hydro-Québec.
- Le raccordement s'effectue à l'aide d'une interface en cuivre de type 100Base-T (RJ45).
- Pour répondre aux exigences de sécurité informatique de téléconduite, l'interface Ethernet ne doit être raccordée d'aucune façon au réseau de contrôle du Producteur solaire PV. Le dispositif devra être équipé d'une deuxième interface Ethernet pour les besoins d'échange de données avec les équipements de ce réseau. Cette exigence découle des besoins suivants :
  - Assurer l'isolement entre le réseau de contrôle du Producteur et le réseau IP d'Hydro-Québec ;
  - Prévenir le risque d'usurpation d'adresse IP (spoofing) par les utilisateurs externes qui ont accès au réseau de contrôle du producteur.
- Les adresses IP de l'interface Ethernet sont assignées par Hydro-Québec.
- La bande passante requise pour les communications IP est estimée à 56 Kbit/s pour chaque centrale solaire PV.

---

## 1.2 Exigences du protocole de communication

- Le protocole de communication DNP3 est exigé pour l'échange de données entre le dispositif de communication du producteur et les frontaux d'acquisition du SCR d'Hydro-Québec. Le rôle de maître est attribué aux frontaux d'acquisition et le rôle d'esclave, au dispositif de communication de la centrale solaire PV.
- Le niveau d'implantation 2 est requis pour le protocole DNP3. Se référer au document IEEE Std1815-2012 [IEEE-1].
- L'encapsulation du protocole DNP3 dans une trame TCP/IP doit être supportée tel que défini dans le document IEEE Std1815-2012 [IEEE-1].
- Le dispositif de communication de la centrale solaire PV (dispositif esclave) doit traiter les demandes de connexion TCP adressées au port 20,000 en provenance de quatre dispositifs maîtres. Le dispositif esclave doit être en mesure de maintenir jusqu'à quatre connexions TCP actives simultanément.

- Le dispositif esclave doit permettre la configuration de chaque connexion TCP. Chacune des connexions doit être limitée à une adresse IP, à un sous-réseau IP ou à un nom DNS. Chaque dispositif maître utilise une adresse IP ou un nom DNS unique.
- Une connexion TCP active doit être libérée sur demande du dispositif maître ou à l'expiration d'une minuterie de 45 secondes indiquant l'absence de message en provenance du dispositif maître.
- Afin de respecter l'exigence d'âge maximal de 1 seconde pour certaines données, le dispositif esclave a l'obligation de transmettre les changements détectés à l'aide du mode de réponse non sollicitée (*unsolicited response*). Le dispositif esclave doit prendre en charge les requêtes d'activation et d'inhibition de ce mode en provenance du dispositif maître<sup>3</sup>.
- Le dispositif doit être en mesure de répondre aux requêtes de lecture d'intégrité transmises par le dispositif maître selon une fréquence configurable. Cette requête est associée à la lecture des quatre classes de (objet 60, classes 0, 1, 2 et 3) définies dans le protocole DNP3.
- Les règles d'utilisation des trois classes de données de type événement sont les suivantes :
  - Classe 1 (haute priorité) : signalisations et alarmes transmises sur détection d'un changement (données temps réel)
  - Classe 2 (moyenne priorité) : mesures transmises sur détection d'un changement (données temps réel) ;
  - Classe 3 (basse priorité) : données transmises en fonction d'un cycle de plusieurs minutes (données de la centrale solaire, des mâts météorologiques et de production de la centrale solaire)
- Le mappage des points dans les trois classes d'événements doit être configurable à partir des outils de maintenance du dispositif. La prise en charge du mode de configuration à partir du système maître sera considérée comme un avantage supplémentaire.
- L'horodatage des données ne doit pas être effectué par le dispositif. Il sera effectué par le système GEN-4 du CIT afin d'uniformiser l'horodatage des données de l'ensemble des installations.
- Le dispositif esclave doit permettre la configuration du mode de confirmation des trames de la couche liaison et des messages de la couche application. Le mode de confirmation des trames de la couche liaison ne devrait pas être utilisé.
- Le dispositif doit supporter la transmission de message application (ASDU) d'une longueur de 2kbits.
- Le dispositif esclave doit prendre en charge la séquence d'initialisation transmise par le dispositif maître selon la description de l'annexe D.

---

3. Les requêtes d'activation et de désactivation des réponses non sollicitées sont prises en charge au niveau 3 d'implantation de la norme DNP. Se reporter à l'annexe D pour leur utilisation.

# Chapitre 2

# Exigences d'acquisition des données

Ce chapitre présente les exigences applicables aux données transmises au système de conduite de réseau (SCR) d'Hydro-Québec. Les exigences sont divisées en quatre catégories selon la nature des données :

- Les données du poste électrique
- Les données des mâts météorologiques
- Les données des onduleurs
- Les données de production de la centrale solaire PV

## 2.1 Données d'exploitation du poste électrique (poste de départ)

Les exigences applicables pour les données du poste électrique sont les suivantes :

- Les données doivent être transmises de deux façons :
  - par le mode de réponse non sollicité suite à la détection par le dispositif d'un changement de la valeur ou des indicateurs de qualité d'une donnée. Ce mode de réponse est associé aux classes de données de type événement ;
  - sur demande d'une requête de lecture d'une des classes de données (0, 1, 2 et 3) par le SCR d'Hydro-Québec.

Se reporter aux exigences du protocole de communication.

- L'utilisation des classes de données de type événement est précisée au Tableau 4. Les données du poste électrique sont de type temps réel.

| Tableau 4 Utilisation des classes de type événement 1, 2 et 3 |   |
|---|---|
| Classe  | Type de données   |
| 1   | Signalisations d'appareils et alarmes temps réel          |
| 2   | Mesures d'appareil (MW, MX, KV, A..) temps réel           |
| 3   | Données statistiques calculées sur un intervalle de temps |

- Lorsque le dispositif esclave amorce la transmission d'une donnée temps réel par le mode de réponse non sollicitée, l'âge maximal de cette donnée doit être de :
  - 1 seconde pour les signalisations et alarmes temps réel ;
  - 3 secondes pour les mesures temps réel.

- Il est recommandé de disposer d'une réserve de 100 ms allouée au temps de transmission et au temps de traitement de la donnée par les frontaux de communication du SCR d'Hydro-Québec. Cette réserve est applicable à une liaison par fibre optique. Elle doit être de 200 msec pour une liaison par modem cellulaire et de 650 msec pour une liaison par satellite.
- Pour chaque donnée, le dispositif de communication doit transmettre une valeur accompagnée d'indicateurs de qualité permettant d'en déterminer la validité. Les objets DNP3 requis pour la transmission de ces données sont précisés au Tableau 5. Les compteurs d'énergie y sont présentés à titre de référence uniquement, car cet objet n'est pas utilisé.
- Tous les points de mesure sont exprimés en unités d'ingénierie. La valeur d'une mesure est transmise à l'aide d'un entier 32 bits signé (objets 30 et 32). Cette valeur doit être multipliée par un facteur d'échelle de 100 avant sa transmission afin d'inclure une résolution de deux chiffres pour la partie décimale.
- L'horodatage des données ne doit pas être effectué par le dispositif esclave. Toutes les données de type événement doivent être transmises sans étiquette de temps<sup>4</sup>.
- Pour les signalisations, la valeur 1 indique l'état fermé pour un appareil, la présence d'une condition d'alarme pour un point d'alarme, l'état normal (non bloqué) des sélecteurs d'inhibition des téléprotections, l'état en fonction du système de gestion centralisé du parc ou son mode de régulation en tension.
- Une bande morte (*dead band*) correspondant à un pourcentage de la valeur pleine échelle doit être configurable sur chaque point de mesure à partir des outils de configuration du dispositif. Cette bande morte vise à réduire le nombre d'envois de données sur détection de changement aux points de mesure. La valeur par défaut est de 1 %. Des changements pourront être apportés selon les besoins lors des essais au chantier après la mise en exploitation.
- La liste des données requises pour un poste électrique est présentée à l'annexe A. On y retrouve également des précisions sur le traitement de ces données.

**Tableau 5** Objets et variations DNP3 pour les données solaires PV

| Type de données                  | Objet | Variation | Description                                     |
|----------------------------------|-------|-----------|---|
| Mesures (analogiques/numériques) | 30    | 1         | <i>analog input – 32 bit with flag</i>          |
|                                  | 32    | 1         | <i>analog input event – 32 bit without time</i> |
| Signalisations/alarmes           | 1     | 2         | <i>Binary input – with flags</i>                |
|                                  | 2     | 1         | <i>Binary input event – without time</i>        |
| Compteurs d'énergie (KWH)        | 20    | 1         | <i>Counter – 32 bit with flag</i>               |
|                                  | 22    | 1         | <i>Counter event – 32 bit with flag</i>         |

4. L'horodatage est effectué par les frontaux d'acquisition du SCR pour des raisons d'uniformité avec l'acquisition des données en provenance des autres installations d'Hydro-Québec.

---

## 2.2 Données d'un mât météorologique

Les exigences applicables pour les données d'un mât météorologique sont les suivantes :

- Toutes les exigences décrites pour les données du poste électrique sont applicables à l'exception du critère de changement qui déclenche le reportage de ces données. Le critère requis est un reportage initié par le dispositif de communication à un intervalle de dix minutes à la suite de la compilation de données statistiques pour tous les points. Ce critère répond aux besoins suivants :
  - Éviter de monopoliser la bande passante du lien de télécommunication en raison de la fréquence élevée de changement des valeurs et du grand nombre de points.
  - Répondre aux exigences des utilisateurs soit une de compilation de données statistiques sur un intervalle de 10 minutes. Cette exigence fait en sorte que le dispositif doit maintenir deux tables de valeurs, soit les valeurs acquises des appareils de mesure et les valeurs compilées par ses fonctions internes de calcul. Le dispositif doit initier l'envoi des valeurs compilées à l'aide de la classe événement 3 une fois la période de compilation expirée.

Il y a 6 intervalles de calcul par heure. Ils sont synchronisés sur l'heure juste. Pour l'heure  $h$ , ces intervalles sont :  $[h:00, h:10]$ ,  $[h:10, h:20]$ ,  $[h:20, h:30]$ ,  $[h:30, h:40]$ ,  $[h:40, h:50]$  et  $[h:50, h:60]$ . Les délimiteurs «  $[$  » et «  $]$  » indiquent respectivement les bornes ouvertes et fermées d'un intervalle.

L'horloge du dispositif doit être synchronisée à partir d'un système de synchronisation externe basé sur le temps universel (p.ex. IRIG-B, GPS, NTP). La précision demandée est de 0,5 seconde.

Le dispositif doit avoir complété la transmission des données dans un délai maximum de 30 secondes suivant la fin d'un intervalle de calcul.

- Chaque donnée statistique doit être accompagnée d'un indicateur de qualité dont le traitement est le suivant :
  - La donnée est reportée valide s'il y a au minimum dix mesures valides pour la compilation durant un intervalle de 10 minutes. La compilation s'effectue avec les mesures valides uniquement.
  - La donnée est reportée invalide s'il y a moins de dix mesures valides pour un intervalle de 10 minutes. La valeur transmise devra être celle de l'intervalle précédent ou 0 si non disponible.

- En cas d'une panne du lien de communication DNP3, le dispositif esclave doit disposer d'une capacité de stockage permettant de conserver l'ensemble des données statistiques d'un intervalle de 10 minutes dans la classe événement 3. Lorsque la connexion DNP3 est rétablie, le dispositif doit être en mesure de retransmettre les données du dernier intervalle de 10 minutes qui ont été stockées durant la panne.
- Sur demande du responsable Hydro-Québec, le Producteur doit fournir les données des appareils de mesures qui sont conservées par l'enregistreur de données du mât (« data logger ») pour les 30 derniers jours. Ces données devront être transmises sous forme de fichiers. Le format des fichiers et le mode de transmission restent à préciser avec le demandeur en fonction des options disponibles.

La liste des données requises par mât météorologique est présentée à l'annexe B.1. On y retrouve également des précisions sur le traitement de ces données.

---

## 2.3 Données d'un onduleur

Les exigences applicables pour les données d'un onduleur sont les suivantes :

- Toutes les exigences décrites pour les données statistiques d'un mât météorologique sont applicables pour les données d'un onduleur à l'exception de la donnée *statut de la machine*. Ces données doivent être compilées et transmises par intervalle de 10 minutes.
- Toutes les exigences décrites pour les données du poste électrique sont applicables pour l'acquisition de la donnée *statut de la machine*. Ce statut est considéré comme une donnée temps réel qui doit être transmise à l'aide de la classe événement 2 du protocole DNP3 (Tableau 3). Le format est un entier 32 bits (objets 30 et 32).

La liste des données requises par onduleur est présentée à l'annexe B.2. On y retrouve également des précisions sur le traitement de ces données.

---

## 2.4 Données de production de la centrale solaire PV

Les exigences applicables pour les données de production d'une centrale solaire PV sont les suivantes :

- Toutes les exigences décrites pour les données statistiques d'un mât météorologique sont applicables. Ces données doivent être compilées et transmises par intervalle de 10 minutes.

La liste des données de production requises par centrale solaire PV est présentée à l'annexe B.3. On y retrouve également des précisions sur le traitement de ces données.

# Chapitre 3

# Exigences de configuration

Ce chapitre présente les exigences applicables à la configuration du dispositif de communication de la centrale solaire PV. Ces exigences sont divisées en deux catégories :

- Paramètres de communication DNP3 ;
  - Liste des points.
- 

## 3.1 Paramètres de communication DNP3

- Le Producteur doit fournir la configuration des paramètres de communication DNP3 sous forme d'un document électronique, en format csv.
  - Le Producteur devra documenter l'utilisation et l'interprétation des statuts de qualité définis dans la norme DNP3 pour les différents objets utilisés. Il faudra entre autres, garantir qu'une donnée provenant d'une source en problème, sera transmise à Hydro-Québec avec un statut de qualité « Mauvaise Qualité ». Une donnée transmise à Hydro-Québec devrait avoir un statut « Bonne Qualité » seulement lorsqu'elle est entièrement fiable.
  - Le Producteur devra documenter l'utilisation et l'interprétation des statuts du mot d'état (IIN) qui sont définis dans la norme DNP3 pour un dispositif esclave.
  - Les documents ci-dessus devront être livrés au responsable Hydro-Québec des essais laboratoire, si applicable, ou préalablement aux essais chantiers.
- 

## 3.2 Liste des points

- Le Producteur doit produire une liste des points dont les valeurs seront transmises au SCR d'Hydro-Québec. Cette liste doit être livrée au responsable d'Hydro-Québec impliqué dans la configuration de la base de données du SCR<sup>5</sup>.
- La liste doit être livrée sous forme d'un fichier Excel comportant les trois onglets suivants : En-tête, Liste des points de signalisation et Liste des points de mesure.
- La feuille de calcul de l'onglet En-tête précisera les informations suivantes :
  - Le nom de l'installation ;
  - La date de mise en production de la liste de points ;
  - Le numéro de version du logiciel ;

---

5. Technicien BDD du SCR

- Le numéro de version de la liste de points.
- Le nom des responsables à contacter chez le producteur et à Hydro-Québec pour les besoins de configuration et de maintenance ;
- L'adresse DNP3 des dispositifs maître et esclave. L'adresse 0 est réservée au dispositif maître (frontaux d'Hydro-Québec). Une adresse esclave distinctive est attribuée par Hydro-Québec au dispositif de communication de chaque centrale solaire PV, compte tenu des adresses esclaves déjà attribuées aux autres dispositifs qui communiquent à l'aide du protocole DNP3 (parcs éoliens, clients industriels, etc.) ;
- Un historique des différents changements, en ordre chronologique décroissant, indiquant la date, le responsable et un descriptif sommaire du changement.
- Les feuilles des onglets Liste des points de signalisation et Liste des points de mesure fourniront l'information détaillée pour chacun des points transmis par le dispositif de communication. Les paramètres suivants seront requis pour chaque point :
  - Le type de point : mesure, mesure statistique, état, alarme, compteur d'énergie ;
  - L'adresse DNP3 en fonction du type de point ;
  - Le nom de point tel que défini dans l'installation du Producteur ;
  - Le nom du point tel que défini dans les frontaux de communication du SCR d'Hydro-Québec (paramètre fourni par Hydro-Québec) ;
  - La description du point telle que définie dans l'installation du Producteur ;
  - L'interprétation de l'état 1 pour les points de signalisation ;
  - L'unité pour les points de mesure ;
  - Le facteur d'échelle appliqué dans le dispositif du Producteur ;
  - La bande morte (*dead band*) appliquée (en pourcentage) ;
  - La plage des valeurs (valeurs maximales négative et positive) ;
  - L'objet DNP3 et la variation utilisés dans la réponse à une requête de lecture des classes de données 1, 2 et 3 ;
  - L'objet DNP3 et la variation utilisés dans la réponse à une requête de lecture de la classe de données 0 si le format de la valeur diffère de celui utilisé pour les classes 1,2,3 ;
  - Les statuts de qualité DNP3 applicables en fonction du ou des dispositifs sources (appareils de mesure) ;
  - Le nom du ou des dispositifs sources à partir desquels la valeur du point est acquise ;
  - Le code de point d'alarme, tel que défini dans la fiche BENEX applicable aux centrales solaires [HQ-1] et la norme GEN-N-510 (paramètre fourni par Hydro-Québec) ;

- La description du point d'alarme, tel que défini dans la fiche BENEX applicable aux centrales solaires [HQ-1] et la norme d'exploitation GEN-N-510 (paramètre fourni par Hydro-Québec) ;
- Un champ Commentaire.
- La valeur des paramètres fournis par Hydro-Québec sera transmise au Producteur par les responsables Exploitation du réseau.
- Les champs Type de point et Adresse DNP3 constituent les clés primaire et secondaire pour le tri des données.
- Un exemple du modèle de document Excel est disponible pour consultation.

# Chapitre 4

# Exigences de certification

Ce chapitre présente les exigences applicables à la certification du dispositif de communication de la centrale solaire PV. Ces exigences sont divisées en deux catégories :

- Certification en laboratoire ;
  - Essais au chantier.
- 

## 4.1 Certification en laboratoire

- Sur demande d'Hydro-Québec, le Producteur a l'obligation de fournir un dispositif pour des essais en laboratoire.
- Le dispositif doit être équipé d'une console permettant de modifier la valeur des points de mesure et de signalisation et, si possible, des statuts de qualité des points et des statuts IIN.
- Le Producteur doit fournir les documents attestant la compatibilité du dispositif au niveau 2 de la norme DNP3. Se référer au document « DNP3 Intelligent Electronic Device (IED) Certification Procedure Subset Levels 1, 2, and 3 » [DNP-1] à ce sujet.
- Le dispositif doit être livré avec la configuration de chantier. Se reporter aux exigences de configuration (chapitre 3).

L'exigence de vérification en laboratoire pourrait être applicable à tout nouveau modèle d'appareil utilisé par le Producteur, ou à toute mise à jour majeure du logiciel.

---

## 4.2 Essais au chantier

Des essais au chantier sont requis avant le raccordement de la centrale solaire PV au réseau d'Hydro-Québec. La liste des essais requis est la suivante :

- Confirmation de la validité d'une documentation du dispositif de communication (architecture, équipements, configurations, etc), et des algorithmes de calcul des données exigées dans les annexes du présent document ;
- Confirmation verbale de la valeur locale pour chaque point transmis par le dispositif et de la valeur reçue par le SCR d'Hydro-Québec ;
- Essais de remise sous tension du dispositif de communication et des dispositifs d'acquisition des données (initialisation du système) ;
- Essais de panne de la liaison de télécommunications.

La réussite de ces essais est une des étapes conditionnelles à l'acceptation du raccordement de la centrale solaire PV au réseau d'Hydro-Québec.

# Chapitre 5

# Exigences d'exploitation

Ce chapitre présente les exigences applicables au dispositif de communication de la centrale solaire PV en mode exploitation. Ces exigences sont divisées en trois catégories :

- Travaux planifiés ;
  - Défaillance des dispositifs de communication et d'acquisition ;
  - Rapport d'événement.
- 

## 5.1 Travaux planifiés

Le Producteur est tenu d'informer Hydro-Québec de tout travail ayant un impact sur la transmission des données en provenance de la centrale solaire PV. L'objectif de cet avis est de réduire au minimum les conséquences de l'exécution de travaux dans une centrale solaire PV et d'assurer, autant que possible, la continuité de la transmission des données requises par Hydro-Québec.

Ainsi, tout travail de maintenance susceptible de compromettre la transmission des données, toute mise à niveau de la configuration touchant la liste des points transmis ou toute mise à niveau du logiciel doit être planifié et précédé d'un avis au personnel d'Hydro-Québec<sup>6</sup> dix jours avant le début des travaux. Afin d'uniformiser les façons de faire, le processus de communication requis est semblable à celui décrit au chapitre *Demande de retrait* dans l'instruction commune d'exploitation en vigueur pour chaque centrale solaire PV.

---

## 5.2 Défaillance des dispositifs de communication et d'acquisition

La défaillance des dispositifs de communication et d'acquisition étant un événement fortuit, le Producteur est tenu d'informer le répartiteur du SCR dans les meilleurs délais.

---

## 5.3 Rapport d'événement

Pour tout événement non planifié ou pour tout travail planifié susceptible de compromettre la transmission des données à Hydro-Québec, le Producteur doit remplir le formulaire *Rapport d'événement – Producteurs privés* et le transmettre selon les modalités indiquées dans l'instruction commune d'exploitation.

---

6. Agents – Planification des retraits.

## **Annexe A**

# Données requises pour l'exploitation du poste électrique

Cette annexe présente la liste des données d'une centrale solaire PV acquises par le système de conduite de réseau (SCR) d'Hydro-Québec. On y trouve également des précisions sur la définition et le traitement de ces données.

La liste des données est établie à partir de la fiche BENEX qui normalise les besoins d'exploitation des centrales solaires PV. Se reporter au document [HQ-1] et [HQ-2].

#### **A.1 Données d'exploitation du poste**

Les données d'exploitation du poste requises pour une centrale solaire PV raccordée au réseau de transport à un niveau de tension supérieure à 44 kV sont présentées dans le tableau suivant :

| Données d'exploitation - centrale solaire raccordée au réseau de transport                                      | Fréquence d'échantillonnage | Unité | Accès en temps réel |
|---|-----------------------------|-------|---------------------|
| Émission par la protection «A» d'un téléblocage vers l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 1       | -                           | Oui   |                     |
| Émission par la protection «A» d'un téléblocage vers l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 2       | -                           | Oui   |                     |
| Émission par la protection «B» d'un téléblocage vers l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 1       | -                           | Oui   |                     |
| Émission par la protection «B» d'un téléblocage vers l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 2       | -                           | Oui   |                     |
| Émission par la protection «C» d'un télédéclenchement vers l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 1 | -                           | Oui   |                     |
| Émission par la protection «C» d'un télédéclenchement vers l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 2 | -                           | Oui   |                     |
| Condition anormale de la téléprotection «A» dédiée à l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 1       | -                           | Oui   |                     |
| Condition anormale de la téléprotection «A» dédiée à l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 2       | -                           | Oui   |                     |
| Condition anormale de la téléprotection «B» dédiée à l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 1       | -                           | Oui   |                     |
| Condition anormale de la téléprotection «B» dédiée à l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 2       | -                           | Oui   |                     |
| Condition anormale de la téléprotection «C» dédiée à l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 1       | -                           | Oui   |                     |
| Condition anormale de la téléprotection «C» dédiée à l'installation d'Hydro-Québec située à l'extrémité 2       | -                           | Oui   |                     |
| <b>Signaux d'alarme – Divers</b>  |                             |       |                     |
| Basse pression SF6 du disjoncteur haute tension (1er niveau)  | -                           | Oui   |                     |
| Condition anormale du disjoncteur haute tension   | -                           | Oui   |                     |
| Basse tension 129 Vcc - batterie 1  | -                           | Oui   |                     |
| Basse tension 129 Vcc - batterie 2  | -                           | Oui   |                     |
| Panne d'instruments d'acquisition   | -                           | Oui   |                     |
| Limitation de production au point de raccordement (si requis)   | -                           | Oui   |                     |
| <b>Signaux d'état</b>   | Voir section 2.1            |       |                     |
| État des disjoncteurs haute et moyenne tension  | -                           | Oui   |                     |
| État des sectionneurs haute et moyenne tension incluant les sectionneurs de terre                               | -                           | Oui   |                     |
| État « en » ou « hors » du sélecteur d'inhibition de la téléprotection « A » extrémité 1                        | -                           | Oui   |                     |
| État « en » ou « hors » du sélecteur d'inhibition de la téléprotection « A » extrémité 2                        | -                           | Oui   |                     |
| État « en » ou « hors » du sélecteur d'inhibition de la téléprotection « B » extrémité 1                        | -                           | Oui   |                     |
| État « en » ou « hors » du sélecteur d'inhibition de la téléprotection « B » extrémité 2                        | -                           | Oui   |                     |
| État « en » ou « hors » du sélecteur d'inhibition de la téléprotection « C » extrémité 1                        | -                           | Oui   |                     |
| État « en » ou « hors » du sélecteur d'inhibition de la téléprotection « C » extrémité 2                        | -                           | Oui   |                     |
| <b>Mesures électriques</b>  |                             |       |                     |
| Puissance active à la haute tension du poste  | MW                          | Oui   |                     |
| Puissance réactive à la haute tension du poste  | Mvar                        | Oui   |                     |
| Tension à la haute tension du poste (phase-phase A-B)   | kV                          | Oui   |                     |
| Courant à la haute tension du poste (phase A)   | A                           | Oui   |                     |
| Puissance active à chacune des lignes moyenne tension du poste  | MW                          | Oui   |                     |
| Puissance réactive à chacune de lignes moyenne tension du poste   | Mvar                        | Oui   |                     |
| Tension à chacune de lignes moyenne tension du poste  | kV                          | Oui   |                     |
| Courant à chacune de lignes moyenne tension du poste  | A                           | Oui   |                     |
| Nombre d'onduleurs en production  | -                           | Oui   |                     |
| <b>Mesures services auxiliaires</b>   | Voir section 2.1            |       |                     |
| Consommation interne de la centrale PV  | kWh                         | Oui   |                     |
| Puissance active PV   | kW                          | Oui   |                     |
| <b>Système de gestion centralisé de la centrale solaire PV</b>  |                             |       |                     |
| État « en » ou « hors » du système de gestion centralisé de la centrale solaire PV                              | -                           | Oui   |                     |
| Mode de gestion centralisé sélectionné (tension ou facteur de puissance)  | -                           | Oui   |                     |
| Consigne de tension (mode de gestion en tension)  | kV                          | Oui   |                     |
| Consigne de statisme (mode de gestion en tension)   | %                           | Oui   |                     |
| Consigne de facteur de puissance (mode de gestion avec facteur de puissance)                                    | %                           | Oui   |                     |
| Consigne de limitation supérieure de la puissance produite (MW)   | MW                          | Oui   |                     |

Les données d'exploitation du poste requises pour une centrale solaire PV raccordée au réseau de distribution à un niveau de tension inférieur à 44 kV sont présentées dans le tableau suivant :

| Données d'exploitation - centrale solaire raccordée au réseau de distribution      | Fréquence d'échantillonnage | Unité | Accès en temps réel |
|--|-----------------------------|-------|---------------------|
| <b>Signaux d'alarme – Protection</b>   |                             |       |                     |
| Protection de tension, condition anormale des fusibles                             |                             | -     | Oui                 |
| Protection de tension, condition anormale (en faute ou hors-circuit)               |                             | -     | Oui                 |
| Protection d'îlotage, condition anormale (en faute ou hors-circuit)                |                             | -     | Oui                 |
| Mesurage - condition anormale (en faute ou hors-circuit)                           |                             | -     | Oui                 |
|  |                             |       |                     |
| <b>Signaux d'alarme – Divers</b>   |                             |       |                     |
| Limitation de production au point de raccordement (si requis)                      |                             | -     | Oui                 |
|  |                             |       |                     |
| <b>Signaux d'état</b>  |                             |       |                     |
| Présence de tension /état des disjoncteurs moyenne et basse tensions               |                             | -     | Oui                 |
|  |                             |       |                     |
| <b>Mesures électriques</b>   |                             |       |                     |
| Puissance active au 25 KV du poste   |                             | MW    | Oui                 |
| Puissance réactive au 25 KV du poste   |                             | Mvar  | Oui                 |
| Tension au 25 KV poste (phase-phase A-B)   |                             | kV    | Oui                 |
| Courant au 25KV poste (phase A)  |                             | A     | Oui                 |
| Puissance active à chacune des lignes moyenne tension du poste                     |                             | MW    | Oui                 |
| Puissance réactive à chacune de lignes moyennes tension du poste                   |                             | Mvar  | Oui                 |
| Tension à chacune de lignes moyenne tension du poste                               |                             | kV    | Oui                 |
| Courant à chacune de lignes moyenne tension du poste                               |                             | A     | Oui                 |
| Nombre d'onduleurs en production   |                             | -     | Oui                 |
|  |                             |       |                     |
| <b>Mesures services auxiliaires</b>  |                             |       |                     |
| Consommation interne de la centrale PV   |                             | kWh   | Oui                 |
| Puissance active de la centrale PV   |                             | kW    | Oui                 |
|  |                             |       |                     |
| <b>Système de gestion centralisé de la centrale solaire PV</b>                     |                             |       |                     |
| État « en » ou « hors » du système de gestion centralisé de la centrale solaire PV |                             | -     | Oui                 |
| Mode de gestion centralisé sélectionné (tension ou facteur de puissance)           |                             | -     | Oui                 |
| Consigne de tension (mode de gestion en tension)                                   |                             | kV    | Oui                 |
| Consigne de statisme (mode de gestion en tension)                                  |                             | %     | Oui                 |
| Consigne de facteur de puissance (mode de gestion avec facteur de puissance)       |                             | %     | Oui                 |
| Consigne de limitation supérieure de la puissance produite (MW)                    |                             | MW    | Oui                 |

## A.1.1 Regroupement d'alarmes des dispositifs de protection

Un appareil de protection peut indiquer la ou les phases en défaut en transmettant au Producteur un point d'alarme distinct pour chaque phase. Ce degré de précision, utile au Producteur, n'est pas requis pour Hydro-Québec. En conséquence, ces trois points d'alarme doivent être regroupés en un nouveau point qui doit être transmis à Hydro-Québec.

Si la qualité du point d'alarme d'un des appareils de protection est jugée douteuse par le dispositif de communication de la centrale solaire PV, le statut de qualité douteux doit être transmis à Hydro-Québec pour le point d'alarmes regroupées.

---

## A.1.2 Calcul du nombre d'unités d'onduleurs en production

La donnée *nombre d'onduleurs en production* est définie comme étant la somme des onduleurs dont le statut d'opération indique une génération de puissance.

Se référer à la section A.1.1 concernant le traitement du statut de qualité associé à la valeur transmise à Hydro-Québec.

---

## A.1.3 Alarme de panne d'instruments d'acquisition

La donnée *Panne d'instruments d'acquisition* est définie comme suit :

Tout mauvais fonctionnement d'un des dispositifs d'acquisition du Producteur qui compromet l'intégrité des données acquises par Hydro-Québec.

Cette condition doit être transmise à Hydro-Québec à l'aide d'un point d'alarme.

---

## A.1.4 Sens des mesures de MW et Mvar à la haute tension du poste

Le sens des mesures de MW et Mvar à la haute tension du poste s'établit comme suit :

- Positif lorsque les MW et Mvar sont injectés dans le réseau de transport d'Hydro-Québec ;
  - Négatif lorsque les MW et Mvar sont reçus du réseau de transport d'Hydro-Québec.
- 

## A.1.5 Sens des mesures de MW à la basse tension du poste

Le sens des mesures de MW à la basse tension s'établit comme suit :

- Positif lorsque les MW sont injectés dans le réseau collecteur du Producteur ;
  - Négatif lorsque les MW sont reçus du réseau collecteur du Producteur.
- 

## A.1.6 Condition anormale de la téléprotection

La donnée *Condition anormale de la téléprotection* indique la présence d'une des conditions suivantes :

- Défaillance ou perte d'alimentation de la téléprotection ;
- Défaillance de la liaison de télécommunications ;
- État « hors » du sélecteur d'inhibition de la téléprotection.

---

## **A.1.7 Mode de gestion centralisé sélectionné de la centrale solaire PV**

Cette donnée indique le mode de gestion centralisé sélectionné. La valeur 0 correspond au mode de facteur de puissance et la valeur 1 au mode de tension.

---

## **A.1.8 Consigne de tension**

Cette donnée indique la consigne de tension utilisée par le système de gestion centralisé lorsque ce dernier opère en mode de régulation par consigne de tension.

---

## **A.1.9 Consigne de statisme**

Cette donnée indique le pourcentage de statisme utilisé par le système de gestion centralisé lorsque ce dernier opère en mode de régulation par consigne de tension.

---

## **A.1.10 Consigne de facteur de puissance**

Cette donnée indique le facteur de puissance utilisé par le système de gestion centralisé lorsque ce dernier opère en mode de régulation par consigne de facteur de puissance. Les unités sont : % inductif ou % capacatif.

---

## **A.1.11 Consigne de limitation supérieure de la puissance produite**

Cette donnée indique la limite supérieure de puissance pouvant être produite par la centrale solaire PV si ce mode d'exploitation est requis pour une condition particulière de réseau.



## Annexe B

# Données requises pour la prévision de la production solaire PV

Cette annexe présente la liste des données d'une centrale solaire PV, qui sont acquises par le système de conduite de réseau (SCR) d'Hydro-Québec pour les besoins de prévision de la production solaire PV. On y retrouve également des précisions sur la définition et le traitement requis pour ces données.

Les données sont divisées en trois catégories soit :

- Données météorologiques
- Données des onduleurs
- Données de production de la centrale solaire PV
- Données des services auxiliaires

Se référer aux sections 2.2 et 2.1 pour le traitement de l'indicateur de qualité associé à une donnée statistique ou temps réel.

Les caractéristiques des appareils de mesure des données doivent être conformes à la norme IEC 61724-1 [IEC-1].

## B.1 Données météorologiques

Les données météorologiques peuvent être, sans être limitatif, celles du tableau suivant. Le nombre d'instruments de mesure requis pour chaque type de données peut varier selon la configuration et la puissance de la centrale solaire PV.

| Données (5)  | Fréquence d'échantillonnage minimale | Période de compilation des statistiques | Statistiques compilées à transmettre    | Unité            | Cycle de transmission |
|--|--------------------------------------|---|---|------------------|-----------------------|
| Vitesse horizontale du vent (4)  | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | m/s              | 10 minutes            |
| Direction du vent (4)  | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | Degrés (1)       | 10 minutes            |
| Température (4)  | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | degrés Celsius   | 10 minutes            |
| Humidité relative (4)  | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | %                | 10 minutes            |
| Pression barométrique  | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | kPa              | 10 minutes            |
| Taux de précipitation (2)  | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | mm/heure         | 10 minutes            |
| Radiation globale horizontale (GHI - Global Horizontal Irradiance)     | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | W/m <sup>2</sup> | 10 minutes            |
| Radiation diffuse horizontale (DHI - Diffused Horizontal Irradiance)   | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | W/m <sup>2</sup> | 10 minutes            |
| Radiation directe normale (3) (DNI - Direct Normal Irradiance)         | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | W/m <sup>2</sup> | 10 minutes            |
| Radiation sur le plan du panneau (3) (POA - Plane Of Array Irradiance) | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | W/m <sup>2</sup> | 10 minutes            |
| Température de la face arrière des panneaux                            | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | °C               | 10 minutes            |
| Capteur de neige (3)   | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | mm/h             | 10 minutes            |
| Albédo (3)   | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type |                  | 10 minutes            |

(1) Degrés par rapport au nord géographique

(2) Si disponible

(3) l'exigence pour ce paramètre sera déterminée selon le type de technologie PV utilisée

(4) à chaque anémomètre/girouette du mât, à une hauteur entre 2 et 10 mètres au-dessus du sol

(5) Si d'autres données sont disponibles, le producteur devra les proposer pour l'acquisition.

---

### B.1.1 Calcul de la direction moyenne du vent

La direction moyenne du vent doit représenter la moyenne des vecteurs de direction du vent.

- Si  $\Theta_i$  est une mesure individuelle de la direction
- Si  $N$  est le nombre de données échantillonnées sur un certain intervalle de temps

Alors la direction moyenne,  $\Theta$ , durant un intervalle de 10 minutes est :

$$\Theta = \text{Arctan}(Ux / Uy) + K$$

où

$$Ux = (\sum \sin \Theta_i) / N$$

$$Uy = (\sum \cos \Theta_i) / N$$

Valeur de  $K$  selon les cas possibles

| Si       | $Ux = 0$ | $Ux > 0$ | $Ux < 0$ |
|----------|----------|----------|----------|
| $Uy = 0$ | -        | Note 1   | Note 2   |
| $Uy > 0$ | 360      | 0        | 360      |
| $Uy < 0$ | 180      | 180      | 180      |

Note 1: dans ce cas  $\Theta = 90^\circ$

Note 2: dans ce cas  $\Theta = 270^\circ$

L'écart type de l'angle doit être calculé de la façon suivante:

$$\sigma = \arcsin(\varepsilon) * (1 + 0.1547 * \varepsilon^3)$$

où

$$\varepsilon = [1 - Ux^2 - Uy^2]^{1/2}$$

---

### B.2 Données d'un onduleur

Les données d'un onduleur peuvent être, sans être limitatif, celles du tableau suivant. Le nombre d'instruments de mesure requis pour chaque type de données peut varier selon la configuration et la puissance de la centrale solaire PV.

| Données                          | Fréquence d'échantillonnage minimale | Période de compilation des statistiques | Statistiques compilées à transmettre    | Unité | Cycle de transmission |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|---|-------|-----------------------|
| Puissance active                 | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | kW    | 10 minutes            |
| Puissance réactive               | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | kW    | 10 minutes            |
| Puissance en entrée              | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | kW    | 10 minutes            |
| Consigne de puissance disponible | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | kW    | 10 minutes            |
| Statut de la machine (1)         | 1/5 Hz                               | N/A                                     | N/A                                     | N/A   | Temps réel            |

(1) données temps réel. La donnée statut de la machine est une valeur numérique de 32 bits dont la valeur indique l'état d'opération de l'onduleur.

### B.2.1 Consigne de puissance disponible d'un onduleur

La consigne de puissance disponible d'un onduleur indique la limite supérieure de puissance pouvant être produite par l'onduleur. Cette donnée prend la valeur de sa puissance nominale lorsqu'elle est considérée disponible, une valeur inférieure en cas de contrainte de limitation de production ou une valeur nulle lorsqu'elle est considérée en arrêt pour maintenance, bris, etc. Cette donnée devrait être non nulle dès que l'onduleur est disponible, même en absence de rayonnement solaire (cas des périodes nocturnes).

### B.2.2 Statut de la machine

La donnée *statut de la machine* est une valeur numérique de 32 bits dont la valeur indique l'état d'opération de l'onduleur (Tableau 6).

**Tableau 6** État d'opération d'un onduleur

| # bit | Description     | Note   |
|-------|-----------------|--|
| 0     | En marche       | Onduleur en production   |
| 1     | À l'arrêt       | Onduleur à l'arrêt   |
| 2     | En attente      | Onduleur en attente et disponible pour produire                |
| 3     | Arrêt d'urgence | Bouton Pousoir - arrêt d'urgence local                         |
| 4     | En alarme       | Alarme qui limite ou ne limite pas la production de l'onduleur |
| 5     | En faute        | Faute nécessitant l'arrêt de l'onduleur                        |
| 6     | Intrusion       | Ouverture du cabinet de l'onduleur en mode marche ou attente   |
| 7     | Incendie        | Détection d'incendie par la fumée ou chaleur                   |
| 8-32  | N/A             |  |

## B.3 Données de production d'une centrale solaire PV

Les données de production d'une centrale solaire PV peuvent être, sans être limitatif, celles du tableau suivant.

| Données  | Fréquence d'échantillonnage minimale | Période de compilation des statistiques | Statistiques compilées à transmettre    | Unités | Cycle de transmission |
|--|--------------------------------------|---|---|--------|-----------------------|
| Puissance active   | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | MW     | 10 minutes            |
| Puissance réactive   | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum et écart-type | MVar   | 10 minutes            |
| Puissance disponible des onduleurs                         | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum               | MW     | 10 minutes            |
| Puissance disponible du poste                              | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum               | MW     | 10 minutes            |
| Puissance disponible de la centrale                        | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum               | MW     | 10 minutes            |
| Consigne de limitation supérieure de la puissance produite | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum               | MW     | 10 minutes            |
| Nombre d'onduleurs disponibles                             | 1/5 Hz                               | 10 minutes                              | moyenne, minimum, maximum               | -      | 10 minutes            |

### B.3.1 Calcul de la puissance disponible des onduleurs

La puissance disponible des onduleurs de la centrale est la somme des puissances disponibles des onduleurs individuels.

puissance disponible des onduleurs =

$$\text{nbreOnduleurs} \sum_{i=1}^{\text{nbreOnduleurs}} \text{puissance disponible de l'onduleur}_i$$

nbreOnduleurs = le nombre d'onduleurs de la centrale

puissance disponible de l'onduleur<sub>i</sub> : se référer aux paragraphes suivants

La puissance disponible d'un onduleur prend la valeur de sa puissance nominale lorsqu'elle est considérée disponible, ou une valeur nulle lorsqu'elle est considérée en arrêt pour maintenance, bris, etc.

### B.3.2 Calcul de la puissance disponible du poste

La puissance disponible du poste est la puissance maximale pouvant être transittée à travers les équipements du poste vers le réseau d'Hydro-Québec, en tenant compte des indisponibilités et restrictions d'appareillage ayant pour conséquence de réduire la capacité de transit du poste.

La puissance disponible du poste se définit comme la valeur moindre entre la puissance nominale des onduleurs de chaque artère et d'autre part, la consigne de limitation supérieure de la puissance produite (Section A.1.11), ou toute autre limitation ayant pour effet de réduire la capacité de transit vers le réseau d'Hydro-Québec.

La puissance nominale des onduleurs pour une artère sera nulle lorsque le disjoncteur ou un des sectionneurs d'isolation du départ de ligne est ouvert.

puissance disponible du poste =

$$\text{Min} \left( \begin{array}{l} \text{nbreArtères} \\ \sum_{i=1}^{\text{nbreArtères}} (\text{étatArtère}_i * (\sum_{i=1}^{\text{nbreArtères}} \text{puissance nominale de chaque onduleur de l'artère } i)), \\ \text{Consigne de limitation supérieure de la puissance produite, ou toute autre limitation} \end{array} \right)$$

nbreArtères = le nombre d'artères de la centrale  
étatArtère  $i =$  l'état de l'artère  $i$ , un booléen valant 1 si les sectionneurs et le disjoncteur de l'artère sont tous fermés, 0 sinon ( $i=1,2,\dots,\text{nbreArtères}$ )

### B.3.3 Calcul de la puissance disponible de la centrale

La puissance disponible de la centrale se définit comme la valeur moindre entre d'une part la puissance disponible du poste (B.3.2) et d'autre part la puissance disponible des onduleurs (B.3.1), soit :

puissance disponible de la centrale=

$$\text{Min} \left( \begin{array}{l} \text{Puissance disponible du poste,} \\ \text{Puissance disponible des onduleurs} \end{array} \right)$$

---

## B.4 Données des services auxiliaires

La puissance consommée par les services auxiliaires d'une centrale solaire PV est requise pour les centrales qui ne disposent pas d'un compteur d'Hydro-Québec dédié au mesurage de la quantité d'électricité consommée. Les centrales solaires, propriétés d'Hydro-Québec, sont incluses dans cette catégorie.

La consommation des services auxiliaires, en kWh, doit être cumulée par le système de conduite de la centrale solaire et retransmise à Hydro-Québec à un intervalle de 15 minutes sous forme d'un point de mesure de type temps réel. La puissance active des services auxiliaires est également requise.

Ces données sont utilisées par Hydro-Québec Production pour le calcul des redevances hydrauliques et le bilan de puissance.

Se référer à la section *mesures services auxiliaires* des tableaux de l'annexe A.1

# Annexe C

## Données requises pour la conduite du réseau électrique

Cette annexe présente la liste des données d'une centrale solaire PV qui sont requises pour les besoins de la conduite du réseau de transport d'électricité d'Hydro-Québec.

Les données demandées correspondent à un sous-ensemble des données requises pour les besoins de l'exploitation du poste électrique (voir l'annexe A.1) ainsi que les besoins de prévision de la production solaire PV (Annexe B). Aucun point supplémentaire n'est requis pour la centrale solaire PV.

| Données   | Statistiques compilées à transmettre |
|---|--------------------------------------|
| <b>Données d'exploitation du poste électrique ( Annexe A.1 )</b>                                      |                                      |
| Centrale solaire raccordée au réseau de transport   |                                      |
| MW à la haute tension du poste et à chacune des lignes basse tension raccordées à la barre principale |                                      |
| Mvar, kV, amp à la haute tension du poste   |                                      |
| Signalisation du disjoncteur à la haute tension et moyenne tension du poste                           |                                      |
| État "en" ou "hors" du système de gestion centralisée la centrale solaire PV                          |                                      |
| Centrale solaire raccordée au réseau de distribution  |                                      |
| Mw, Mvar, kV, amp à la moyenne tension du poste   |                                      |
| Présence de tension /état des disjoncteurs moyenne tension  |                                      |
| État "en" ou "hors" du système de gestion centralisé la centrale solaire PV                           |                                      |
| <b>Données météorologiques (Annexe B.1)</b>   |                                      |
| Vitesse horizontale du vent à chaque anémomètre du mât  | Moyenne                              |
| Température à chaque thermomètre du mât   | Moyenne                              |
| Direction du vent à chaque girouette du mât   | Moyenne                              |
| <b>Données de production de la centrale solaire PV (Annexe B.3)</b>                                   |                                      |
| Puissance disponible la centrale solaire PV   | Moyenne                              |
| Nombre d'onduleurs disponibles  | Moyenne                              |

# Annexe D

# Séquence d'initialisation maître/esclave DNP3

Cette annexe décrit sous forme d'un tableau la séquence des échanges entre le système GEN-4 et un poste esclave pour le rétablissement d'une connexion DNP3 en mode de réponse non sollicité.

Une trace des trames DNP3 associées à cette séquence est disponible sur demande.

| #Étape | Maître  | Esclave (RTU)  | Remarques   |
|--------|---|--|---|
| 1      |   | <i>Sends Null Unsolicited Response indicating pending events and asks for confirmation at the Application Level</i>  | <i>The FRTU is in unsolicited events report mode</i>  |
| 2      | <i>Sends the Reset Link</i>                         |  | <i>Optional step (for back compatibility with serial devices)</i>   |
| 3      |   | <i>Acknowledges the Reset Link</i>   | <i>Optional step (for back compatibility with serial devices)</i>   |
| 4      |   | <i>Retries Null Unsolicited Message</i>  | <i>This can happen at this point in time or later, depending on the RTU settings</i>  |
| 5      | <i>Confirms Null Response</i>                       |  |   |
| 6      | <i>Object 60, variations 2,3,4, function 21</i>     |  | <i>Sends the Disable Unsolicited message for classes 1, 2, 3 events (DNP Level 3)</i>   |
| 7      |   | <i>Response</i>  |   |
| 8      | <i>Object 60, variations 2, 3, 4, 1, function 1</i> |  | <i>Read request for class 1, 2, 3, 0 -all event and static data (BI, AI and Counters)</i>   |
| 9      |   | Object 2, variation 1<br>Object 2, variation 2<br>Object 32, variation 2<br>Object 32, variation 1 Object 23, variation 1<br><br>Object 1, variation 1<br>Object 30, variation 4<br>Object 30, variation 3<br>Object 20, variation 5 | <i>If there are events in any class, report the event first, then report all the static data.</i><br><br><i>BI Event – Without Time</i><br><i>BI Event – With Time</i><br><i>16 Bit AI Event- Without Time</i><br><i>32 Bit AI Event- Without Time</i><br><i>32 Bit Frozen Counter Event- Without Time</i><br><br><i>Binary Input – No Status</i><br><i>16 Bit Analog Input – No Flag</i><br><i>32 Bit Analog Input – No Flag</i><br><i>32 Bit Binary Counter– No Flag</i><br><br><i>If response contains events, then asks for and expects confirmation.</i> |
| 10     | <i>Confirmation</i>                                 |  | <i>Sent by Application Layer</i>  |
| 11     | <i>Object 60, variations 2,3,4, function 20</i>     |  | <i>Sends the Enable Unsolicited message for classes 1,2,3 events. (DNP Level 3)</i>   |
| 12     |   | <i>Response.</i>   | <i>If more events were stored from last response, the response will be with those events and expects confirmation on the events.</i>  |

## Annexe E

## Addendas au HQ-0230-02

Cette section présente la liste des addendas applicables à des besoins particuliers. Ces documents sont disponibles sur le site de distribution des documents HQ-0230-XX.

| # Addenda | # Document       | Description  |
|-----------|------------------|--|
| 1         | HQ-0230-02 ADD-1 | Exigences d'acquisition des données de maintenance prédictive des onduleurs d'une centrale solaire PV propriétés d'Hydro-Québec. |
| 2         | HQ-0230-02 ADD-2 | Exigences d'acquisition des données d'un système de stockage d'énergie intégré à la production solaire PV.                       |