

Spécification d'exigences Acquisition des données solaires photovoltaïques

Fiche de contenu

Version	Date	Auteur	Commentaire
0.1	2019/03/19	Mario Vandal 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 pour la transmission des données solaires photovoltaïques au système de conduite des Centres Informatiques Téléconduite (CIT) d'Hydro-Québec TransÉnergie (HQT).

Sont exclus les données demandées par Hydro-Québec Distribution (HQD) et Hydro-Québec Production (HQP) pour fin d'études particulières en temps différé.

Auditoire

Ce document est destiné aux responsables de l'ingénierie des dispositifs de communication des Producteurs solaires photovoltaïques ainsi qu'au personnel de la direction Exploitation du réseau impliqué dans la normalisation des stratégies d'acquisition des données solaires photovoltaïques.

Abréviations

tableau 1 Abréviations	
Abréviations HQ	Description
CCR	Centre de conduite du réseau
CIT	Centre Informatique Téléconduite
CT	Centre de Téléconduite : regroupement d'un CIT et de une ou plusieurs PAT
DEI	Dispositif Électronique Intelligent
GEN-4	Système de contrôle et d'acquisition de données automatisé de la compagnie SNC-Lavalin utilisé dans les centres de téléconduite d'Hydro-Québec
HQD	Hydro-Québec Distribution
HQP	Hydro-Québec Production
HQT	Hydro-Québec TransÉnergie
N-510	Encadrement de la direction Exploitation du réseau qui définit les règles de gestion des points d'alarme
PAT	Place d'Affaires Téléconduite
PV	Photovoltaïque
SOA	Service d'Ordinateur d'Acquisition
SOP	Service d'Ordinateur Principal
ST	Station Terminale

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 raccordée 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	
Groupe d'utilisateurs DNP	
[DNP-1]	« DNP 3.0 Subset definitions », version 2.0 novembre 1995
[DNP-2]	« Transporting DNP V3.00 over Local and Wide Area Network », version 1.0 déc. 1998
[DNP-3]	“DNP3-2001” – IED Certification Procedure subset Level 2, version 2.1, juillet 2001
SNC-Lavalin	
[SNC-1]	DNP3 Profile Document, ECS-DD-2000064
IEC	
[IEC-1]	IEC 61724-1:2017, Photovoltaic system performance - Part 1: Monitoring

Abrégé

Table des matières

Chapitre 1 Exigences de communication	11
1.1 Exigences de l'interface de communication	11
1.2 Exigences du protocole de communication	13
Chapitre 2 Exigences d'acquisition des données	15
2.1 Données d'exploitation du poste électrique (poste de départ).....	15
2.2 Données d'un mât météorologique.....	17
2.3 Données d'un onduleur.....	18
2.4 Données de production de la centrale solaire PV.....	18
Chapitre 3 Exigences de configuration	19
3.1 Paramètres de communication DNP3	19
3.2 Liste de points.....	19
Chapitre 4 Exigences de certification	23
4.1 Certification laboratoire.....	23
4.2 Essais chantier	23
Chapitre 5 Exigences d'exploitation	25
5.1 Travaux planifiés.....	25
5.2 Défaillance des dispositifs de communication et d'acquisition	25
5.3 Rapport d'événement	26
Annexe A Données requises pour l'exploitation du poste électrique	27
A.1 Données d'exploitation du poste	27
A.1.1 Regroupement d'alarmes des dispositifs de protection.....	29
A.1.2 Calcul du nombre d'unités d'onduleurs en production.....	29
A.1.3 Alarme de panne d'instruments d'acquisition	29
A.1.4 Sens des mesures de MW et Mvar à la haute tension du poste.....	30
A.1.5 Sens des mesures de MW à la basse tension du poste	30
A.1.6 Condition anormale de la téléprotection	30
A.1.7 Mode de gestion centralisé sélectionné de la centrale solaire PV	30
A.1.8 Consigne de tension.....	30
A.1.9 Consigne de statisme	31
A.1.10 Consigne de facteur de puissance	31
A.1.11 Consigne de limitation supérieure de la puissance produite	31
Annexe B Données requises par HQD ou HQP	33
B.1 Données météorologiques	33
B.2 Données d'un onduleur	35
B.2.1 Consigne de puissance disponible d'un onduleur	35
B.3 Données de production d'une centrale solaire PV	36
B.3.1 Calcul de la puissance disponible des onduleurs.....	36
B.3.2 Calcul de la puissance disponible du poste.....	37
B.3.3 Calcul de la puissance disponible de la centrale.....	37
Annexe C Données requises pour la conduite du réseau électrique	38
Annexe D Séquence d'initialisation GEN-4	39

Liste des tableaux

- tableau 1** Abréviations.....6
- tableau 2** Définitions.....6
- tableau 3** Références.....7
- tableau 4** Utilisation des classes événement 1,2,315
- tableau 5** Objet/variation DNP3 pour les données solaires PV16

Liste des figures

- figure 1 - Architecture de communication du système.....12

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

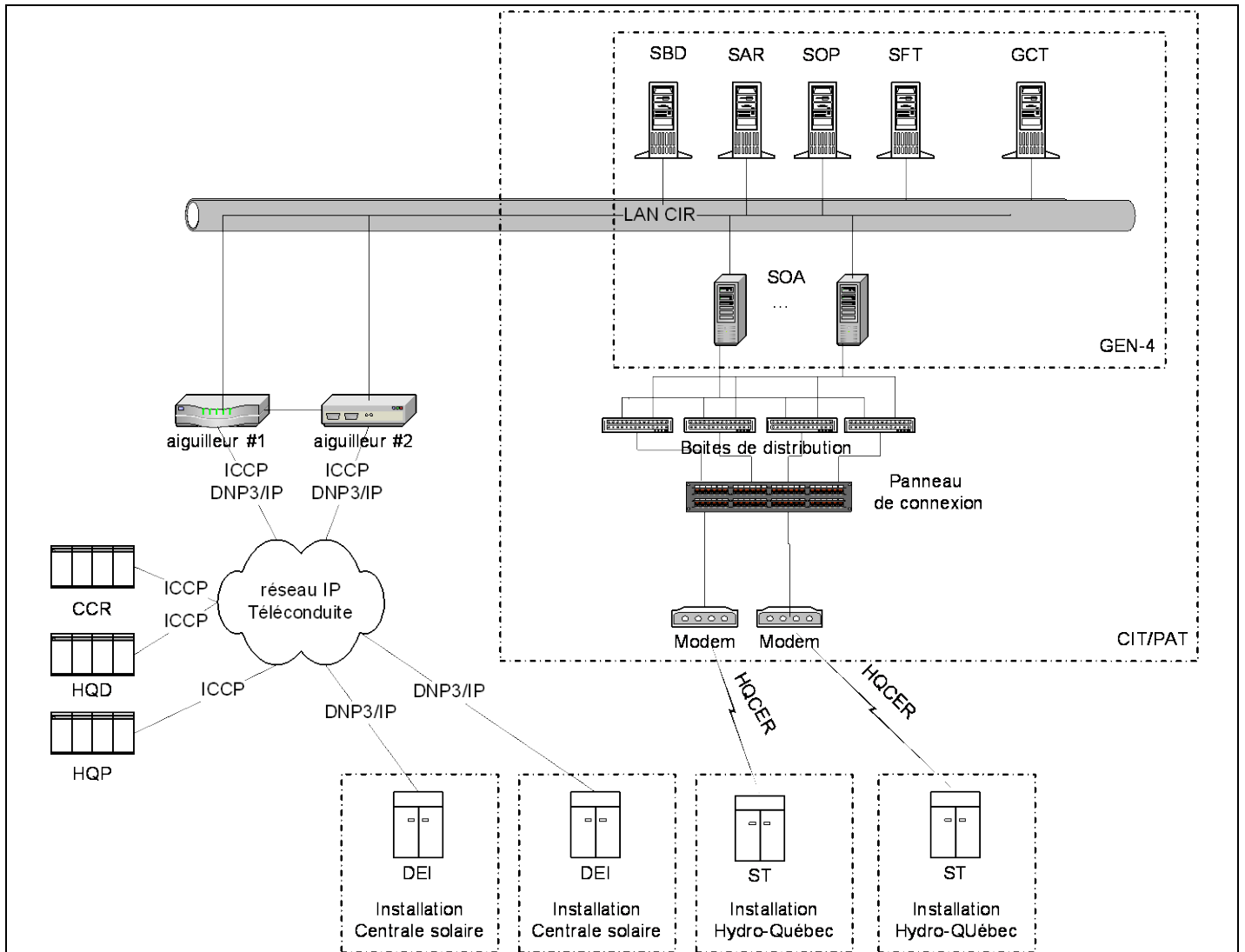
La figure 1 illustre l'architecture de communication mise en œuvre. Le système de conduite GEN-4 d'un centre informatique Téléconduite (CIT) est responsable de l'acquisition des données solaires PV. Il effectue la retransmission d'une partie de ces données selon les besoins et accès autorisés aux systèmes d'acquisition des utilisateurs externes soit HQD, HQP ainsi que le CCR. La retransmission s'effectue par des liens de communication ICCP.

L'échange de données entre le système de conduite GEN-4 et le dispositif de communication de la centrale solaire PV s'effectue à l'aide du réseau IP haute sécurité de téléconduite. Les exigences applicables aux interfaces de communication du dispositif sont les suivantes :

- Le dispositif doit être équipé d'une interface Ethernet 10 ou 100 Mbit/s permettant le raccordement au micro garde-barrière installé dans l'armoire de télécommunication 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 une isolation entre le réseau de contrôle du Producteur solaire PV et le réseau IP d'Hydro-Québec.
 - Se prémunir contre le risque d'usurpation d'adresse IP (« spoofing ») par les utilisateurs externes qui ont accès au réseau de contrôle du Producteur solaire PV.
- L'adresse IP de l'interface Ethernet sera assignée par Hydro-Québec

- La bande passante requise pour les communications IP est estimée à 56 Kbit pour chaque centrale solaire PV.

figure 1 - Architecture de communication du système



1.2 Exigences du protocole de communication

- Le protocole de communication DNP3 est exigé pour l'échange de données entre le dispositif de communication de la centrale solaire PV et le système GEN-4. Le rôle de maître est attribué au système GEN-4 et le rôle d'esclave au dispositif de communication.
- Le niveau d'implantation 2 est requis pour le protocole DNP3. Se référer au document DNP V3.00 „SUBSET DEFINITIONS normalisé par le groupe d'usager DNP à ce sujet [DNP-1].
- L'encapsulation du protocole DNP3 dans une trame TCP/IP doit être supporté tel que défini dans le document « Transporting DNP V3.00 over Local and Wide area network » [DNP-2].
- Le dispositif de communication de la centrale solaire PV doit traiter les demandes de connexion TCP adressées au port 20,000. Ces demandes proviennent de 4 dispositifs maîtres associés au système GEN-4. Chaque dispositif maître utilise une adresse IP unique. Le dispositif de communication doit maintenir une seule connexion TCP active avec un des quatre dispositifs maîtres. Une connexion TCP active doit être libérée sur demande du dispositif maître ou sur expiration d'une minuterie de 45 secondes indiquant l'absence de message en provenance du maître.
- Afin de respecter l'exigence d'âge maximum d'une seconde pour certaines données, le dispositif de communication de la centrale solaire PV a l'obligation de transmettre les changements détectés à l'aide du mode de réponse non sollicité (« unsolicited response»). Le dispositif doit supporter les requêtes d'activation/inhibition de ce mode en provenance du système de conduite CIT.
- Le dispositif doit être en mesure de répondre aux requêtes de lecture d'intégrité transmises par le système de conduite du CIT selon une fréquence configurable. Cette requête est associée à la lecture des quatre classes de données (objet 60, classes 1,2,3,0) définies dans le protocole DNP3.
- Les règles d'utilisation des 3 classes de données de type événement sont les suivantes :
 - Classe 1 (haute priorité) : signalisations et alarmes reportées sur détection d'un changement (données temps réel)
 - Classe 2 (moyenne priorité) : mesures reportées sur détection d'un changement (données temps réel)
 - Classe 3 (basse priorité) : données rapportées 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 3 classes d'événement doit être configurable à partir des outils de maintenance du dispositif. Le support du mode de configuration à partir du système maître sera considéré 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 de communication doit permettre la configuration du mode de confirmation des trames de la couche lien et des messages de la couche application. Le mode de confirmation des trames niveau lien ne devrait pas être utilisé.
- Le dispositif doit supporter la transmission de message application (ASDU) d'une longueur de 2kbits.
- Le dispositif doit supporter la séquence d'initialisation transmise par le système de conduite GEN-4 du CIT. Se référer au document DNP3 Profile Document de SNC-Lavalin [SNC-1] et à l'annexe C.

Chapitre 2

Exigences d'acquisition des données

Ce chapitre présente les exigences applicables aux données qui doivent être transmises au système de conduite d'un CIT. 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 événements.
 - Sur demande d'une requête de lecture d'une des classes de données (0,1,2 ,3) par le système de conduite du CIT.

Se référer 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 événement 1,2,3	
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 de communication initie la transmission d'une donnée temps réel par le mode de réponse non sollicité, l'âge maximum 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 msec allouée au temps de transmission et au temps traitement de la donnée par les frontaux de communication du système de conduite CIT. 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 le reportage de ces données sont précisés au tableau 5. Les compteurs d'énergie y sont présentés à titre de référence car il n'y a pas de besoins actuellement pour ce type de donnée.
- Tous les points de mesure sont en unité 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 2 chiffres pour la partie décimale.
- 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 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 de reportage en relation avec la détection de changements sur les points de mesure. La valeur par défaut est de 1 %. Des changements pourront être apportés selon les besoins lors des essais chantier ou à la suite de 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 Objet/variation DNP3 pour les données solaires PV			
Type de données	Objet	Variation	Description
Mesures analogiques/numériques	30	1	32 bit analog input
	32	1	32 bit analog change event without time
Signalisations/alarmes	1	2	Binary input with status
	2	1	Binary input change without time
Compteurs d'énergie (KWH)	20	1	32 Binary Counter
	22	1	32 Binary Counter without time

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 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 4). 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.

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. Elles 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. Le gabarit utilisé est celui identifié « Device profile document format » à l'appendice A du document DNP V3.00, SUBSET DEFINITIONS [DNP-1]
- Le document devra être livré aux responsables de la direction Exploitation du réseau préalablement aux essais laboratoire si applicables ou pour les essais chantier
- Le Producteur devra préciser dans un document l'utilisation et l'interprétation des statuts de qualité définis dans la norme DNP3 pour les différents objets utilisés
- Le Producteur devra préciser dans un document l'utilisation et l'interprétation des statuts du mot d'état (IIN) qui sont définis dans la norme DNP3 pour un dispositif esclave

3.2 Liste de points

- Le Producteur doit fournir la liste des points dont les valeurs seront transmises au système de conduite CIT.
- La liste doit être livrée sous forme d'un fichier MS-EXCEL dans lequel seront inclus trois feuilles de calculs: « entête », « liste des points de signalisation » et « liste des points de mesure ».
- La feuille de calcul « entête » 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
 - Le numéro de version de la BDD
 - Le nom des responsables à contacter chez le Producteur et Hydro-Québec pour les besoins de maintenance

- L'adresse DNP3 des dispositifs maître et esclave. L'adresse 0 est utilisée pour le système GEN-4 (maître). Une adresse esclave unique doit être attribuée à chaque centrale solaire PV. Elle doit tenir compte des adresses esclaves déjà allouées aux autres dispositifs qui communiquent à l'aide du protocole DNP3 (parcs éoliens ...)
- Un historique de chaque changement, par ordre chronologique décroissant, dans lequel on retrouve la date, le responsable et un descriptif sommaire du changement
- Les feuilles « liste des points » 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 le système de conduite du CIT (paramètre HQ)
 - La description du point tel 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 appliquée (%)
 - La plage des valeurs (valeur maximale 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(es) dispositif(s) source(s) (appareil de mesure)
 - Le nom du(es) dispositif(s) source(s) à partir duquel (desquels) la valeur du point est acquise
 - Le code de point d'alarme tel que défini dans la norme N-510 (paramètre HQ)
 - La description du point d'alarme tel que normalisé dans la BDD-510 de la direction Exploitation du réseau (paramètre HQ)
 - Un champ « commentaire »

La valeur des paramètres Hydro-Québec (paramètre HQ) 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 gabarit Excel est disponible pour fin de 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 laboratoire
- Essais chantier

4.1 Certification laboratoire

- Si requis par Hydro-Québec, le Producteur a l'obligation de fournir un dispositif pour des essais laboratoire qui seront réalisés sur le site Place Dupuis à Montréal. Le système GEN-4 de pré-production dédié au essais sera utilisé à cette fin.
- Le dispositif devra être équipé d'une console permettant la modification des valeurs des points de mesure et 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 « Certification Procedure Subset Level 2 » [DNP-3] à ce sujet.
- Le dispositif devra être livré avec la configuration chantier. Se référer aux exigences de configurations.

L'exigence de vérification laboratoire est applicable à un nouveau modèle d'appareil utilisé par le Producteur ou à une nouvelle version du logiciel qui contient des changements majeurs. Lorsqu'un appareil d'un même modèle est déjà utilisé dans une centrale solaire PV raccordé à un CIT, la certification laboratoire n'est pas requise.

4.2 Essais chantier

Des essais chantier sont requis avant la mise en exploitation de la centrale solaire PV. 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 système de conduite du CIT
- Essais de remise sous tension du dispositif de communication et des dispositifs d'acquisition des données (initialisation du système)

- Essais de panne du lien de télécommunication

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 la réalisation des 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 affectant 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 (agents Planification des retraits) dix (10) 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 centre de téléconduite (CT) dans les meilleurs délais.

5.3 Rapport d'événement

Pour tout événement non planifié ou pour tout travail planifié affectant la transmission des données vers Hydro-Québec, le Producteur doit rédiger un «Rapport d'événement - Producteurs solaire PV» et le transmettre selon les modalités mentionnées dans l'instruction commune d'exploitation.

Annexe A

Données requises pour l'exploitation du poste électrique

Cette annexe présente la liste des données du poste électrique acquises par le système de conduite du CIT pour les besoins d'exploitation de centrale solaire PV par la direction Exploitation du réseau. On y retrouve également des précisions sur la définition et le traitement requis pour ces données.

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
Signaux d'alarme – protection de différentielle de ligne (A et B) Opération de la protection différentielle (déclenchement de ligne) Condition anormale de la protection différentielle Perte de communication du relais différentielle		- - -	Oui Oui Oui
Signaux d'alarme – protection de distance de ligne (A et B) Opération de la protection de distance de ligne Condition anormale de la protection de distance de ligne Opération de la protection de distance de ligne par sous-tension Opération de la protection de distance de ligne par surs tension Opération de la protection de distance de ligne par sous-fréquence Opération de la protection de distance de ligne par surfréquence		- - - - - -	Oui Oui Oui Oui Oui Oui
Signaux d'alarme – protection de secours du disjoncteur haute tension (C) Opération de la protection « C » de défaillance du disjoncteur Condition anormale de la protection « C » de défaillance du disjoncteur		- -	Oui Oui
Signaux d'alarme – protection du transformateur de puissance haute tension Opération de la protection du transformateur (points regroupés) Condition anormale de la protection différentielle du transformateur		- -	Oui Oui
Signaux d'alarme – téléprotection Réception d'un télédéclenchement en provenance de la protection «A» de l'installation HQ située à l'extrémité 1 Réception d'un télédéclenchement en provenance de la protection «A» de l'installation HQ située à l'extrémité 2 Réception d'un télédéclenchement en provenance de la protection «B» de l'installation HQ située à l'extrémité 1 Réception d'un télédéclenchement en provenance de la protection «B» de l'installation HQ située à l'extrémité 2 Réception d'un télédéclenchement en provenance de la protection «C» de l'installation HQ située à l'extrémité 1 Réception d'un télédéclenchement en provenance de la protection «C» de l'installation HQ située à l'extrémité 2 Émission par la protection «A» d'un téléblocage vers l'installation HQ située à l'extrémité 1 Émission par la protection «A» d'un téléblocage vers l'installation HQ située à l'extrémité 2	Voir section 2.1	- - - - - - - -	Oui Oui Oui Oui Oui Oui Oui Oui

Données d'exploitation - centrale solaire raccordée au réseau de transport	Fréquence d'échantillonnage	Unité	Accès en temps réel	
Émission par la protection «B» d'un téléblocage vers l'installation HQ située à l'extrémité 1	Voir section 2.1	-	Oui	
Émission par la protection «B» d'un téléblocage vers l'installation HQ située à l'extrémité 2		-	Oui	
Émission par la protection «C» d'un télédéclenchement vers l'installation HQ situé à l'extrémité 1		-	Oui	
Émission par la protection «C» d'un télédéclenchement vers l'installation HQ situé à l'extrémité 2		-	Oui	
Condition anormale de la téléprotection «A» dédiée à l'installation HQ située à l'extrémité 1		-	Oui	
Condition anormale de la téléprotection «A» dédiée à l'installation HQ située à l'extrémité 2		-	Oui	
Condition anormale de la téléprotection «B» dédiée à l'installation HQ située à l'extrémité 1		-	Oui	
Condition anormale de la téléprotection «B» dédiée à l'installation HQ située à l'extrémité 2		-	Oui	
Condition anormale de la téléprotection «C» dédiée à l'installation HQ située à l'extrémité 1		-	Oui	
Condition anormale de la téléprotection «C» dédiée à l'installation HQ située à l'extrémité 2		-	Oui	
Signaux d'alarme – diverse				
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	
Signaux d'état				
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	
Mesures électriques				
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 moyennes tension du poste	MW	Oui		
Nombre d'onduleurs en production	-	Oui		
Système de gestion centralisé de la centrale solaire PV				
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
Signaux d'alarme – protection			
protection de tension, condition anormale des fusibles	Voir section 2.1	-	Oui
protection de tension, condition anormale (en faute ou hors-circuit)		-	Oui
Protection d'ilôtage, Condition anormale(en faute ou hors-circuit)		-	Oui
Mesurage - condition anormale (en faute ou hors-circuit)		-	Oui
Signaux d'état			
Présence de tension /état des disjoncteurs moyenne tension	-	Oui	
Mesures électriques			
Puissance active au 25 KV du poste	MW	Oui	

Données d'exploitation - centrale solaire raccordée au réseau de distribution	Fréquence d'échantillonnage	Unité	Accès en temps réel	
Puissance réactive au 25 KV du poste	Voir section 2.1	Mvar	Oui	
Tension au 25 KV poste (phase-phase A-B)		kV	Oui	
Courant au 25KV poste (phase A)		A	Oui	
Nombre d'onduleurs en production		-	Oui	
Système de gestion centralisé de la centrale solaire PV				
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 identifier 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 considérée 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* se définit 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* se définit 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 du lien de télécommunication
- 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 % capacitif.

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 par HQD ou HQP

Cette annexe présente la liste des données d'une centrale solaire PV qui sont acquises par le système de conduite du CIT pour les besoins de HQD ou HQP. 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

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 conforme 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	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)	1/5 Hz	10 minutes	moyenne, minimum, maximum et écart-type	W/m ²	10 minutes

Irradiance)					
Radiation diffuse horizontale (DHI - Diffused Horizontal Irradiance)	1/5 Hz	10 minutes	moyenne, minimum, maximum et écart-type	W/m ²	10 minutes
Radiation directe normale (3) (DNI - Direct Normal Irradiance)	1/5 Hz	10 minutes	moyenne, minimum, maximum et écart-type	W/m ²	10 minutes
Radiation sur le plan du panneaux (3) (POA - Plane Of Array Irradiance)	1/5 Hz	10 minutes	moyenne, minimum, maximum et écart-type	W/m ²	10 minutes
Température de la face arrière des panneaux	1/5 Hz	10 minutes	moyenne, minimum, maximum et écart-type	°C	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 déterminé 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

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.

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 =

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

nbreOnduleurs = le nombre d'onduleurs de la centrale

puissance disponible de l'onduleur i : 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 transitée 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 =

Min (
 nbreArtères
 $\sum_{i=1} \text{étatArtère}_i * (\sum \text{puissance } \mathbf{nominale} \text{ de chaque onduleur de l'artère } i)$,
 Consigne de limitation supérieure de la puissance produite, ou tout autre limitation
)

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,...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=

Min (
 Puissance disponible du poste,
 Puissance disponible des onduleurs
)

Annexe C

Données requises pour la conduite du réseau électrique

Cette annexe présente la liste des données solaires qui sont requises par la direction Contrôle des mouvements d'énergie pour les besoins de conduite du réseau électrique d'Hydro-Québec. Ces données sont transmises au centre de conduite du réseau (CCR) par le système GEN-4 du CIT.

Les données demandées correspondent à un sous-ensemble des données requises pour les besoins d'exploitation du poste électrique (Annexe A) ainsi que les besoins de HQD et HQP (Annexe B). Il n'y a donc aucun point supplémentaire requis au niveau de la centrale solaire PV.

Données	Statistiques compilées à transmettre
Données d'exploitation du poste électrique (Annexe A.1)	
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 centralisée la centrale solaire PV	
Données météorologiques (Annexe B.1)	
Vitesse horizontal du vent à chaque anémomètre du mât	Moyenne
Température à chaque thermomètre du mât	Moyenne
Direction du vent à chaque girouette du mât	Moyenne
Données de production de la centrale solaire PV (Annexe B.3)	
Puissance disponible la centrale solaire PV	Moyenne
Nombre d'onduleurs disponibles	Moyenne

Annexe D

Séquence d'initialisation GEN-4

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.

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