

# Exigences et procédures relatives à la transmission de données pour la modélisation du réseau de transport

En conformité avec la norme de fiabilité MOD-032-1  
de la NERC, *Données pour la modélisation et  
l'analyse des réseaux électriques*

Émetteur : *Hydro-Québec TransÉnergie  
Direction Planification*

Entrée en vigueur : *1<sup>er</sup> juillet 2015*

Révision : *4 (Novembre 2020)*



# Table des matières

<b>Historique des révisions .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Application .....</b>	<b>7</b>
1.1 Objet .....	7
1.2 Domaine d'application .....	7
1.3 Confidentialité des données.....	9
<b>2. Modélisation des réseaux électriques.....</b>	<b>10</b>
2.1 Élaboration des modèles de réseau .....	10
2.2 Fonctions de fiabilité de l'Interconnexion du Québec.....	10
2.3 Processus de modélisation du réseau électrique .....	11
2.3.1 Schéma du processus de modélisation .....	11
2.3.2 Description des activités de modélisation .....	13
<b>3. Modélisation des installations de production.....</b>	<b>15</b>
3.1 Exigences relatives aux données de modélisation .....	15
3.1.1 Données en régime permanent pour la modélisation de centrales électriques .....	16
3.1.2 Données en régime dynamique et de court-circuit pour la modélisation de centrales électriques .....	18
3.2 Exigences de déclaration des données.....	20
3.2.1 Format des données.....	20
3.2.2 Procédure et calendrier de déclaration des données.....	21
<b>4. Modélisation des équipements de transport.....</b>	<b>22</b>
4.1 Exigences relatives aux données de modélisation .....	22
4.1.1 Données en régime permanent pour la modélisation des équipements de transport.....	23
4.1.2 Données en régimes dynamique et de court-circuit pour la modélisation des équipements de transport .....	26
4.1.3 Données de modélisation supplémentaires nécessaires pour le calcul des courants DC lors des orages géomagnétiques.....	28
4.2 Exigences de déclaration des données.....	29
4.2.1 Format des données.....	29
4.2.2 Procédure et calendrier de déclaration des données.....	30
<b>5. Modélisation de la demande .....</b>	<b>31</b>
5.1 Exigences relatives aux données de modélisation .....	31
5.1.1 Données en régime permanent pour la modélisation de la demande .....	31
5.1.2 Données en régime dynamique et de court-circuit pour la modélisation de la demande .....	32
5.2 Exigences de déclaration des données.....	33
5.2.1 Format des données.....	33
5.2.2 Procédure et calendrier de déclaration des données.....	33

<b>6.</b>	<b>Information complémentaire sur le réseau électrique .....</b>	<b>34</b>
6.1	Données du plan des ressources.....	34
6.1.1	Exigences relatives aux données du plan des ressources.....	34
6.1.2	Format des données .....	34
6.1.3	Procédure et calendrier de déclaration des données .....	34
6.2	Programme d'échange .....	34
6.2.1	Exigences relatives aux données sur les échanges .....	35
6.2.2	Format des données .....	35
6.2.3	Procédure et calendrier de déclaration des données .....	35
<b>7.</b>	<b>Procédure et calendrier de déclaration des données .....</b>	<b>36</b>
7.1	Procédure de déclaration des données .....	36
7.2	Calendrier de déclaration des données.....	36
7.3	Non-conformités .....	37
	<b>ANNEXE 1 – Liste des modèles acceptables (régime dynamique).....</b>	<b>38</b>
	Voir le document intitulé « Annexe 1 » en format excel ( <a href="https://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/modelisation-reseau.html">https://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/modelisation-reseau.html</a> ).....	38

## Historique des révisions

No. de révision	Sections	Description de la révision	Date
0		<ul style="list-style-type: none"> <li>Version originale</li> </ul>	16 décembre 2015
1	Toutes les sections	<ul style="list-style-type: none"> <li>Révision générale du document</li> </ul>	15 avril 2016
2	1, 2.1, 2.2, 2.3.2, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1.1, 6.2.1, 7.3, Références, Annexes 1, 4 et 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Révision de texte</li> <li>Ajout d'un historique des révisions</li> <li>Ajout des sections « Domaine d'application » et « Confidentialité des données »</li> <li>Modifications de la liste des entités fonctionnelles</li> <li>Révision des exigences relatives aux données de modélisation des installations de production, des équipements de transport, et de la demande.</li> <li>Ajout des exigences relatives aux données de modélisation nécessaires pour le calcul de courants DC lors des orages géomagnétiques.</li> <li>Révision des gabarits présentés aux annexes 1, 4 et 6</li> </ul>	30 mars 2017
3	Toutes les sections	<ul style="list-style-type: none"> <li>Correction de coquilles</li> <li>Retrait des sous-sections i et ii de la section 5.1.1 afin d'éviter la redondance.</li> <li>Modification en lien avec la notion de charge agrégée (section 5).</li> <li>Retrait de la référence à la norme PRC-006-NPCC non en vigueur au Québec (section 5)</li> <li>Correction de l'adresse courriel pour la transmission des données (section 7)</li> <li>Modification des dates de déclaration pour refléter les procédures en place (section 7)</li> <li>Ajout d'une disposition permettant aux entités de faire une demande de prolongation de l'échéance de transmission des données (section 7)</li> <li>Ajout d'un du modèle dynamique d'alternateur GENTPJ dans la liste des modèles approuvés (annexe 2)</li> </ul>	31 mai 2018
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>Corrections mineures</li> <li>Retrait de la section 2.3.3</li> <li>Modification en lien avec les types de modèles dynamiques acceptés. Modèles usagers vs. modèles génériques (section 3.1.2)</li> <li>Retrait de l'information sur la convention des numéros de barres, ces numéros étant attribués par le PC (section 4.1.1)</li> <li>Ajout de précisions sur les impédances à fournir. Séquence directe, inverse et impédances mutuelles en conformité avec l'annexe 1 de la norme (section 4.1.2)</li> </ul>	Novembre 2020

		<ul style="list-style-type: none"><li>• Modification du calendrier de déclaration<sup>1</sup> (section 7.2)</li><li>• Retrait de la disposition permettant aux entités de faire une demande de prolongation de l'échéance de transmission des données. Cette disposition n'était pas conforme à la norme (section 7.3)</li><li>• Retrait des annexes superflues</li><li>• Modification de la liste des modèles acceptés (Annexe 1)</li></ul>	
--	--	--	--

---

<sup>1</sup> Afin de permettre aux entités d'adapter leur pratique, pour le premier exercice suivant l'émission du présent document (exercice de déclaration 2021), l'entité peut choisir de respecter les dates de l'ancien calendrier.

# 1. Application

## 1.1 Objet

Hydro-Québec TransÉnergie (HQT), à titre de *coordonnateur de la planification* (PC) et de *planificateur de réseau de transport* (TP), est chargée de tenir à jour des modèles de réseau de transport (en régime permanent, dynamique et en court-circuit) et d'élaborer des scénarios de simulation d'écoulement de puissance et dynamiques et ce, aux fins des études de planification et de l'analyse de fiabilité du réseau de transport interconnecté du Québec. L'exactitude des modèles de réseau dépend largement de la fiabilité des données de modélisation recueillies auprès des diverses entités fonctionnelles intégrées au réseau de transport.

Ce document a pour objet d'énoncer les exigences relatives aux données de modélisation en régime permanent, dynamique et en court-circuit, ainsi que les procédures de déclaration de ces données, conformément à la norme de fiabilité MOD-032-1 de la NERC, *Données pour la modélisation et l'analyse des réseaux électriques*. Ce document doit servir de guide de référence pour toutes les entités fonctionnelles qui fournissent des données de modélisation du réseau ; il énonce les exigences de base quant à la nature des données requises ainsi que les directives concernant la déclaration de ces données. Il indique aussi les documents techniques et procédures existants de HQT auxquels les entités doivent se référer pour se conformer aux exigences relatives aux données de modélisation.

La version la plus récente du présent document est mise à la disposition de toutes les entités fonctionnelles concernées sur le site Internet de HQT à l'adresse suivante :

<http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/modelisation.html>.

## 1.2 Domaine d'application

Les données exigées par le présent document sont fonction des analyses de fiabilité effectuées par le *coordonnateur de la planification* (PC) ou le *planificateur du réseau de transport* (TP). Le tableau suivant présente l'ensemble des types d'études réalisées et les normes NERC qui leurs sont associées:

**Tableau 1** – Types d'études réalisées par le PC et TP faisant appel aux données de modélisation

Norme	Titre de la norme	Finalité ou type d'étude de fiabilité
FAC-002-2	Études de raccordement d'installations	Impacts d'une modification substantielle ou du raccordement de nouvelles installations de production, de transport ou de consommation d'électricité.
FAC-013-2	Évaluation de la capacité de transfert pour l'horizon de planification du transport à court terme	Évaluation de la <i>capacité de transfert</i> en vue de déceler d'éventuelles faiblesses ainsi que les installations limitatives qui pourraient avoir une incidence sur l'aptitude du système à transférer de l'énergie de façon fiable.

Norme	Titre de la norme	Finalité ou type d'étude de fiabilité
<b>FAC-014-2</b>	Établir et communiquer les limites d'exploitation du réseau	Détermination des <i>limites d'exploitation du réseau</i> (SOL), y compris les <i>limites d'exploitation pour la fiabilité de l'Interconnexion</i> (IROL), pour sa zone de planification.
<b>PRC-002-2</b>	Surveillance des perturbations et production des données	Identification des éléments faisant partie de limites d'exploitation liées à la stabilité (angulaire ou de tension) ou encore des éléments dans une importante zone sensible aux variations de tension. Ces éléments seront munis d'enregistreurs de perturbations dynamiques.
<b>PRC-006-3</b>	Délestage en sous-fréquence automatique	Élaboration et évaluation périodique du programme de délestage en sous-fréquence (DSF). Analyse du programme DSF lors d'événements en sous-fréquence.
<b>PRC-006-NPCC-2</b>	Délestage de charge en sous-fréquence automatique	Élaboration et évaluation périodique du programme de délestage en sous-fréquence (DSF).
<b>PRC-010-2</b>	Délestage de charge en sous-tension	Élaboration (au besoin) et évaluation périodique d'un programme de délestage de charge en sous-tension (DST). Analyse du programme DST lors d'événements entraînant des sous-tensions.
<b>PRC-023-3</b>	Capacité de charge des relais de transport	Détermination des circuits pour lesquels les réglages de relais de protection doivent être ajustés de façon à ne pas limiter la capacité de charge du réseau de transport.
<b>PRC-026-1</b>	Fonctionnement des relais pendant les oscillations de puissance stables	Détermination des groupes de production, transformateurs et lignes de transport soumis à des contraintes de stabilité angulaire.
<b>TPL-001-4</b>	Critères de comportement de la planification du réseau de transport	<i>Évaluation annuelle de la planification</i> : Évaluation documentée du comportement futur du réseau de transport et des plans d'actions correctives visant à combler les lacunes constatées.
<b>TPL-007-4</b>	Planification du comportement du réseau de transport en cas de perturbation géomagnétique	Évaluation périodique de vulnérabilité aux perturbations géomagnétiques (PGM).

Les modèles de réseau préparés par le PC servent aussi à *l'exploitant de réseau de transport* (TOP) et au *responsable de l'équilibrage* (BA) dans les simulations de réseau requises explicitement par certaines normes ou requises implicitement afin d'élaborer les stratégies et plans d'exploitation. Le tableau suivant présente ces types d'études de fiabilité ainsi que les normes NERC qui leurs sont associées :

**Tableau 2** – Types d'études réalisées par le TOP faisant appel aux données de modélisation

Norme	Titre de la norme	Finalité ou type d'étude de fiabilité
<b>EOP-005-3</b>	Remise en charge du réseau à partir de ressources à démarrage autonome	Simulations en régimes permanent et dynamique permettant de vérifier le plan de remise en charge.

Norme	Titre de la norme	Finalité ou type d'étude de fiabilité
<b>FAC-014-2</b>	Établir et communiquer les limites d'exploitation du réseau	Détermination des <i>limites d'exploitation du réseau</i> (SOL), y compris les <i>limites d'exploitation pour la fiabilité de l'Interconnexion</i> (IROL).
<b>MOD-029-2a</b>	Méthodologie par chemin de transport spécifique	Calcul de la capacité totale de transfert (TTC) pour les chemins publiés dans OASIS.

### 1.3 Confidentialité des données

Les données échangées dans le cadre des exigences énoncées dans le présent document et par les exigences de la norme MOD-032, sont considérées confidentielles par les entités récipiendaires, dont le PC et le TP. Par ailleurs, toutes données déclarées au NPCC sont sujettes aux provisions de confidentialité dans la section 1500 du « North American Electric Reliability Corporation Rules of Procedure » et sont normalement agrégées avec les données des autres entités fonctionnelles de manière non-attribuable. Bien que l'objectif primaire de ce document est de permettre l'échange de données nécessaires à la modélisation et aux analyses de fiabilité, toute donnée transmise au PC ou au TP pour laquelle une demande de confidentialité a été effectuée, sera traitée de façon confidentielle par l'entité récipiendaire.

## 2. Modélisation des réseaux électriques

Des modèles de réseau, constitués de cas d'écoulement de puissance et de modélisation dynamiques, sont élaborés par le *coordonnateur de la planification* (PC) afin de simuler de façon réaliste le comportement en régimes permanent et dynamique du réseau de transport interconnecté du Québec. Tous les éléments électriques qui constituent le réseau de transport (groupes de production, lignes de transport, transformateurs, compensateurs de puissance réactive, charges du réseau, etc.) sont modélisés d'après des paramètres électriques mesurés (données de modélisation) fournis par diverses entités fonctionnelles qui font partie du réseau de transport ou qui y sont raccordées.

### 2.1 Élaboration des modèles de réseau

Les cas d'écoulements de puissance et de modélisation dynamiques sont créés au moyen du logiciel de simulation Power System Simulator for Engineers (PSS/E) de Siemens Power Technologies Inc. (Siemens-PTI). Un cas d'écoulement de puissance est une collection de modèles servant à reproduire le régime permanent du réseau résultant de ses équipements de production et ses équipements de transport, selon une topologie donnée de réseau, ainsi que de données de court-circuit, de charge, de répartition et d'échanges de puissance qui constituent une image instantanée d'un ensemble particulier de conditions d'exploitation. Un cas de modélisation dynamique est une collection de modèles servant à reproduire le régime dynamique de comportement du réseau et devant être utilisée en combinaison avec un cas d'écoulement de puissance en vue d'une analyse de stabilité du comportement du réseau.

Le PC élabore annuellement une série de cas d'écoulements de puissance et de modélisation dynamiques (aussi appelés scénarios de base ou cas de base), qui représentent diverses conditions de réseau et divers scénarios de planification. Ces scénarios sont utilisés par le PC et par les planificateurs de réseau de transport (TP) pour des études de réseau et des analyses de fiabilité. Ils sont utilisés également par le NPCC dans le cadre de son groupe de travail SS-37 sur l'élaboration des cas de base pour le réseau interconnecté du Nord-est. Par conséquent, le niveau de précision des études et la fiabilité des cas de base dépendent largement de la qualité des données de modélisation recueillies auprès des entités fonctionnelles.

### 2.2 Fonctions de fiabilité de l'Interconnexion du Québec

Les fonctions de fiabilité désignées par la norme MOD-032-1 (partie A, section 4.1, *Applicabilité*) comme étant chargées de soumettre, de recueillir, de valider et de tenir à jour les données de modélisation dans l'Interconnexion du Québec sont définies au tableau suivant.

Tableau 3 – Fonctions de fiabilité visées par la norme MOD-032-1

Entités fonctionnelles <sup>2</sup>	Application	Rôle dans la modélisation du réseau électrique
<b>Propriétaires d'installation de production (GO)</b>	Tout propriétaire d'installations de production (hydroélectriques, à biomasse, à combustible fossile, éoliennes, etc.) raccordées au réseau de transport	Fournir les données de modélisation des installations de production et l'information sur les retraits de production.
<b>Responsable de l'approvisionnement (LSE)</b>	Hydro-Québec Distribution (HQD)	Fournir les données de modélisation de la demande d'énergie électrique.
<b>Coordonnateur ou responsable de la planification (PC)</b>	Hydro-Québec TransÉnergie – <i>Direction – Planification</i>	Élaborer les modèles de réseau pour l'ensemble de l'Interconnexion du Québec et tenir à jour les données de modélisation (bases de données).
<b>Planificateur des ressources (RP)</b>	Hydro-Québec Distribution (HQD)	Fournir l'information sur la programmation des groupes de production d'après les obligations contractuelles côté charge.
<b>Propriétaires d'installation de transport (TO)</b>	Tout propriétaire d'équipements de transport exploités à 44 kV et plus.	Fournir les données de modélisation des équipements de transport et l'information sur les retraits d'équipement.
<b>Planificateurs de réseau de transport (TP)</b>	Hydro-Québec TransÉnergie – <i>Direction – Planification</i>	Utiliser les cas de base pour des études de réseau.
<b>Fournisseurs de services de transport (TSP)</b>	Toutes entités enregistrées auprès de la Régie de l'énergie en tant que Fournisseur de services de transport (TSP)	Fournir les données de contrat des clients du service de transport (détails du service de transport de point à point) telles que publiées sur OASIS.

## 2.3 Processus de modélisation du réseau électrique

### 2.3.1 Schéma du processus de modélisation

L'exercice annuel d'élaboration de scénarios de base fiables est un processus complexe qui nécessite une collaboration interorganisationnelle active de toutes les entités fonctionnelles.

Le schéma suivant présente un aperçu général des interactions des entités fonctionnelles pour la fourniture et le traitement des données de modélisation dans l'Interconnexion du Québec.

<sup>2</sup> Ce tableau est présenté à titre informatif seulement. La liste complète des entités visées par les normes de fiabilité au Québec est disponible sur le site de la Régie de l'énergie :

<http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/NormesFiabiliteTransportElectricite/RegistreEntites.html>.

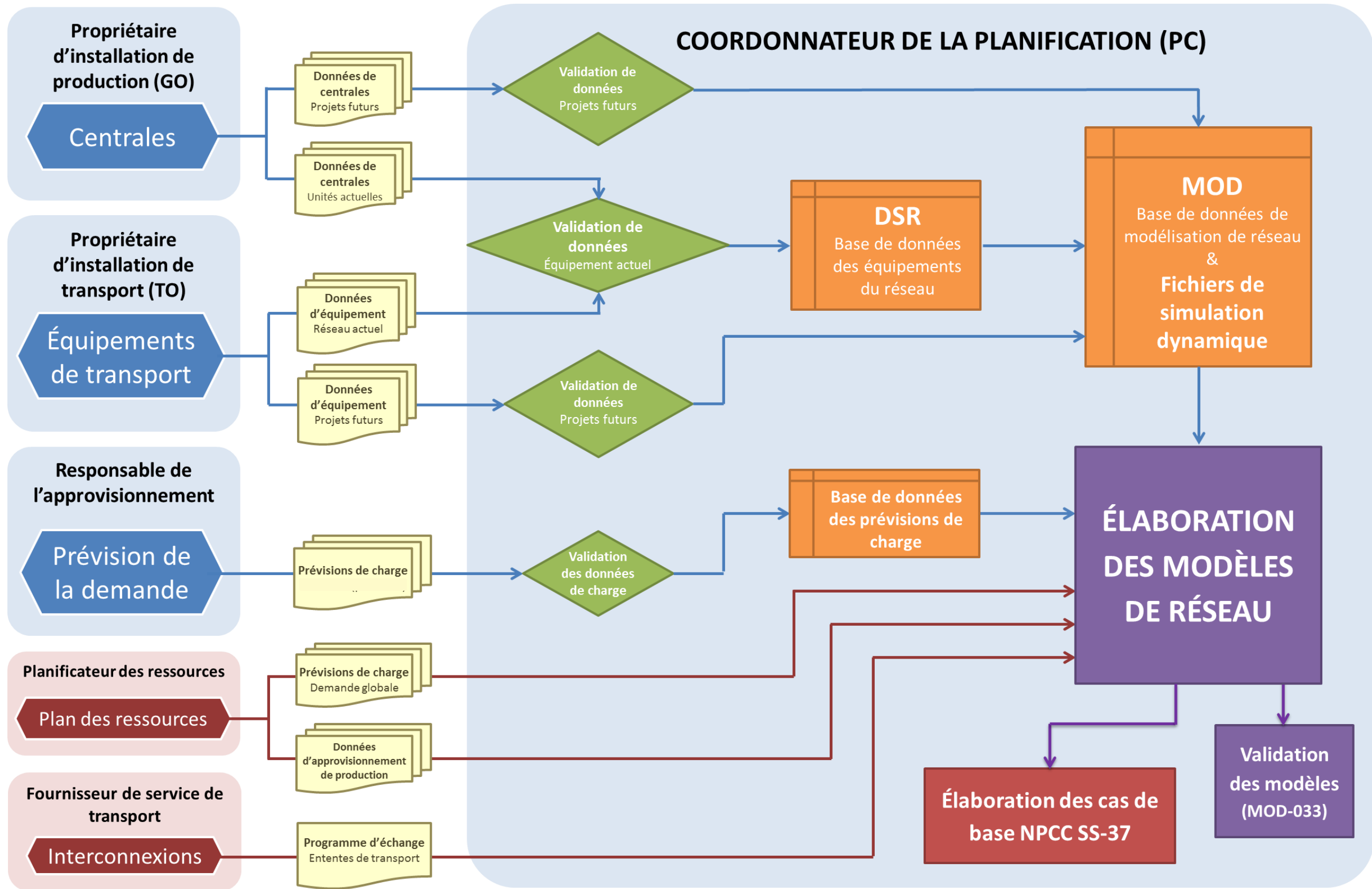


Figure 1 – Flux des données de modélisation utilisées par le coordonnateur de la planification

### **2.3.2 Description des activités de modélisation**

Comme le montre le schéma ci-dessus, la modélisation du réseau électrique fait appel à une séquence d'activités de déclaration, de validation et de traitement des données de modélisation qui permettent d'élaborer des cas de base pour l'Interconnexion du Québec, lesquels serviront ensuite pour les études de réseau. Les données de modélisation sont recueillies auprès de diverses entités fonctionnelles, validées quant à leur fonctionnalité et à leur compatibilité avec les outils de simulation, puis importées dans des bases de données particulières en vue de leur mise en référence et de l'élaboration des cas de base.

L'élaboration des cas de base est réalisée essentiellement à partir des intrants suivants :

#### **1. Données de modélisation en régime permanent et de court-circuit stockées dans la base de données Model on Demand (PSS@MOD)**

La base de données MOD centralise toutes les données de modélisation de production et de transport en régime permanent et de court-circuit (y compris pour les infrastructures projetées) recueillies auprès de diverses entités fonctionnelles. La base de données MOD est synchronisée avec la base de données DSR, principale base de données d'équipement du PC, qui contient les données de modélisation à jour de toutes les installations de production et de transport existantes, ce qui permet de produire un cas de base dans MOD au format PSS/E (.sav). Les données sur les projets futurs (ajouts ou modifications d'équipement de production ou de transport) sont transmises au PC par les TP et stockées dans la base de données MOD ; elles sont ensuite appliquées au scénario de base MOD, ce qui permet au PC et aux TP de définir des scénarios de planification pour n'importe quel moment dans le futur.

Les corrections ou modifications des données de modélisation pour les installations existantes sont validées avant la mise à jour de la base de données DSR. Dans le cas de projets futurs, les données de modélisation préliminaires transmises par les GO, les TO et les TP sont versées directement dans la base de données MOD, après validation du modèle par le PC. Les données des nouveaux groupes de production ou équipements de transport sont versées dans la base de données DSR seulement après la mise en service et après réception par le PC de toutes les données de modélisation à jour. Ces données à jour sont fournies par les GO et les TO aux dernières étapes de mise en service du projet.

#### **2. Modèles en régime dynamique et paramètres de modélisation**

Les modèles en régime dynamique et leurs paramètres de modélisation validés pour les installations existantes et les projets futurs fournis par les GO, les TO et les TP sont stockés dans la bibliothèque de modélisation dynamique du PC. Cette bibliothèque regroupe tous les fichiers de modèle en régime dynamique nécessaires pour exécuter des simulations dynamiques dans PSS/E (\*.lib, \*.obj, \*.dll, etc.), les fichiers de code source pour certains modèles usagers (créés par l'utilisateur), des paramètres dynamiques sous la forme de fichiers DYR, ainsi que les programmes IDEV ou Python nécessaires, s'il y a lieu, pour établir les paramètres de simulation dynamique.

### **3. Données de la demande**

Après avoir reçu du LSE les données de charge du réseau, le PC valide et traite ces données, et établit la correspondance entre les données de charge et celles des jeux de barres d’approvisionnement appropriés dans le scénario de base MOD. Les données validées sont ensuite stockées dans la base de données de prévision de la demande du PC, laquelle sert à produire des profils de charge pour une année de prévision donnée sous la forme de fichiers d’automatisation Python. Ces fichiers sont appliqués au scénario de base MOD afin de produire des scénarios de planification particuliers pour tout moment futur souhaité.

### **4. Données sur les ressources**

Le RP, en collaboration avec les GO, fournit au PC les données de toutes les ressources disponibles nécessaires pour répondre à la demande déclarée par le LSE. Cela permet au PC de produire des scénarios réalistes de répartition de la production, selon un équilibre adéquat entre charge et production.

### **5. Données sur les échanges fournies par les TSP**

Lorsqu’il prépare un cas de base, le PC doit tenir compte des niveaux de transfert de puissance programmés à chaque installation d’interconnexion. Les données sur les échanges qui servent à élaborer le scénario de base proviennent des données de contrat des clients du service de transport (détails du service de transport point à point) publiées sur OASIS, ainsi que du programme d’échange du NPCC préparé annuellement par le groupe de travail SS-37 du NPCC.

### **6. Information sur les retraits et indisponibilités d’équipement**

Les activités planifiées de maintenance ou de mise en service de groupes de production et d’équipements de transport qui entraînent des retraits doivent être prises en compte dans l’élaboration des cas de base. Les retraits de groupe de production de courte durée sont déclarés au PC par les GO et les retraits et indisponibilités d’équipement de transport, par les TO.

## 3. Modélisation des installations de production

### 3.1 Exigences relatives aux données de modélisation

Tous les propriétaires d'installation de production (GO) raccordés au réseau de transport interconnecté du Québec doivent fournir annuellement au PC des données de modélisation valides pour leurs installations de production existantes et projetées. Les installations de production projetées sont définies comme étant des projets de nouvelles centrales ayant fait l'objet d'une entente de raccordement.

Le PC demande aussi aux GO de recertifier annuellement les données de modélisation de leurs installations de production existantes, soit en fournissant de nouveau toutes les données requises, soit en certifiant que ces données n'ont pas changé par rapport à l'année précédente. En cas de changement dans les données de modélisation, les GO doivent indiquer clairement tous les changements et transmettre toutes les données de modélisation modifiées, conformément aux exigences du présent document.

Pour les installations de production projetées, la transmission des données de modélisation est généralement effectuée à trois moments : 1) lors de la phase étude, 2) suite à la mise en service de la centrale, et 3) lors de la déclaration annuelle des données de modélisation des installations de productions.

#### 1 – Phase étude

Le PC et les TP recueillent initialement des données approximatives de modélisation de groupes de production auprès des GO nouveaux et éventuels afin de réaliser des études d'impact sur le réseau, avant la mise en service des installations de production. Ces données préliminaires sont transmises au PC et aux TP au moyen des annexes A et B du document de HQT intitulé *Exigences techniques du transporteur relatives au raccordement des centrales électriques au réseau d'Hydro-Québec* (ci-après, *Exigences de raccordement d'HQT*), consultable sur le site Web de HQT à l'adresse suivante :

[http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/2\\_Exigences\\_raccordement\\_centrales\\_D-2018-145\\_2018-11-15.pdf](http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/2_Exigences_raccordement_centrales_D-2018-145_2018-11-15.pdf)

Normalement ces données sont transmises lorsqu'un GO effectue une demande d'étude d'impact pour le raccordement d'une nouvelle centrale. La démarche à suivre pour le raccordement de nouveaux groupes de production est consultable sur le site Web de HQT à l'adresse suivante :

<http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/demarche-a-suivre-2012.pdf>

#### 2 – Mise en service

Les GO doivent mettre à jour les données préliminaires fournies au PC et aux TP pendant les phases d'étude et d'avant-projet en fournissant des paramètres de modélisation réels ou mesurés. Les GO doivent valider par des essais leurs données de modélisation et démontrer que leurs installations sont conformes aux Exigences de raccordement d'HQT.

La validation des données de modélisation est un préalable à l'acceptation finale par le TO de l'installation de production, et doit être achevée dans un délai de 6 mois suivant la mise en service commerciale initiale.

Les procédures de validation et d'essai pour les centrales éoliennes sont décrites dans le document *Programme général des essais de validation des centrales éoliennes raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec*, consultable sur le site Web de HQT à l'adresse suivante :

<http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/essais-eoliennes2011-fr.pdf>.

### 3 – Déclaration annuelle

Les installations de production projetées doivent faire partie de la déclaration annuelle des données de modélisation du GO une fois que la réalisation d'un projet de nouvelle centrale est confirmée. Cette confirmation est obtenue par l'entremise d'une entente de raccordement entre le GO et HQT.

Les sections suivantes présentent les données en régimes permanent et dynamique et de court-circuit nécessaires pour modéliser correctement toutes les installations de production du réseau de transport interconnecté du Québec ; le type de données requis et les unités de mesure à utiliser sont indiqués.

#### 3.1.1 Données en régime permanent pour la modélisation de centrales électriques

- i. Le tableau ci-dessous résume les principales exigences relatives aux données de modélisation en régime permanent, d'après l'annexe 1 (rubrique 3) de la norme MOD-032-1.

**Tableau 4 – Exigences relatives aux données en régime permanent pour les installations de production**

Équipement de production	Données de modélisation en régime permanent
Alternateurs synchrones ou asynchrones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Type de production (hydraulique, thermique, éolienne, etc.)</li> <li>• Capacité de puissance active (valeurs maximale et minimale en MW)</li> <li>• Capacité de puissance réactive (valeurs maximale et minimale en Mvar)</li> <li>• Puissance de base (MVA)</li> <li>• Caractéristiques assignées</li> <li>• Tension de barre régulée et consigne de tension du groupe</li> <li>• Impédances de mise à la terre des machines</li> <li>• État de service</li> </ul>

Équipement de production	Données de modélisation en régime permanent
Transformateurs éleveurs de centrale <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de transformateurs</li> <li>• Tension nominale des enroulements (kV)</li> <li>• Puissance nominale (MVA)</li> <li>• Puissances nominales (MVA) avec mode de refroidissement correspondant</li> <li>• Caractéristiques assignées</li> <li>• Résistances d'enroulement et impédances de séquence directe (ohms ou p.u.)</li> <li>• Couplage (connexion des enroulements)</li> <li>• Nombre de positions de prise (kV ou p.u.)</li> <li>• Rapports de prise (tension ou déphasage)</li> <li>• Plage de régulation (positions de prise minimale et maximale)</li> <li>• Barre régulée (pour transformateur-régulateur)</li> <li>• État de service</li> </ul>
Équipements de réseau collecteur de parc éolien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramètres d'impédance des lignes (ohms ou p.u.)</li> <li>• Admittance des lignes (siemens ou p.u.)</li> <li>• Capacité des lignes (MVA ou A)</li> <li>• Caractéristiques assignées des lignes</li> <li>• Données des équipements de compensation réactive (condensateurs et inductances), soit le nombre, l'état de service, la puissance réactive nominale, les caractéristiques assignées et la tension</li> </ul>

- ii. Pour les installations de production projetées, les GO doivent indiquer la date de mise en service prévue.
- iii. Les GO doivent aussi fournir l'information relative à la charge des services auxiliaires de centrale pour les installations de production existantes, en indiquant séparément pour chaque centrale les valeurs de charge en puissance active (MW) et en puissance réactive (Mvar).
- iv. Pour ce qui est de l'état de service d'une installation de production, les GO doivent fournir annuellement une prévision sur 10 ans des retraits programmés de plus de 6 mois, ainsi que des indisponibilités en cours non prévues devant durer plus de 6 mois. Cette information doit comporter :
  - les dates de début et de fin du retrait programmé ;
  - le ou les groupes de production et équipements connexes de l'installation de production dont le retrait est programmé ;
  - l'impact du retrait sur la production (baisse de la capacité en MW).

<sup>1</sup> Données à fournir par le propriétaire du transformateur, qui peut être le GO ou le TO.

### 3.1.2 Données en régime dynamique et de court-circuit pour la modélisation de centrales électriques

- i. Afin de permettre une simulation fidèle du comportement dynamique des centrales, les GO doivent fournir au PC des modèles en régime dynamique et les paramètres connexes validés pour tous les équipements de production et éléments de la centrale électrique, notamment :
  - les alternateurs, y compris les éoliennes, les systèmes photovoltaïques, les piles à combustible (« Fuel Cells ») et toute autre ressource qui fournit de la puissance au réseau électrique ;
  - les systèmes d'excitation ;
  - les turbines et leurs régulateurs de vitesse ;
  - les régulateurs de tension (le cas échéant) ;
  - les stabilisateurs de puissance (le cas échéant).
- ii. Tous les modèles servant à reproduire le régime dynamique de comportement d'une centrale (ci-après, « modèles dynamiques ») transmis au PC doivent être compatibles avec la version courante<sup>2</sup> du logiciel PSS/E (Power System Simulator for Engineers) de Siemens-PTI, utilisé par le PC et les TP pour les études dynamiques de réseau.

À moins d'entente particulière avec le PC, les modèles dynamiques choisis doivent être inclus à la bibliothèque<sup>3</sup> de PSS/E.

L'annexe 1 du présent document indique les modèles acceptés ainsi que la version courante de PSS/E qui est utilisée par le PC.

#### iii. Modèles usagers

Sur entente avec le PC, une entité peut fournir un modèle usager qui répond aux conditions de la présente section. Cependant, les modèles génériques inclus à la bibliothèque de modèles de PSS/E doivent être privilégiés. Les modèles usagers ne devraient être utilisés que dans le cas où le modèle générique ne peut représenter adéquatement le comportement d'un équipement. Le cas échéant, le modèle usager doit tout de même être accompagné du ou des modèles génériques reproduisant au mieux le comportement du modèle usager et de l'équipement.

- a) Si aucun modèle dynamique inclus à la bibliothèque PSS/E ne convient, le producteur peut fournir des modèles créés par l'utilisateur (modèles usagers). On entend par

---

<sup>2</sup> PSS/E version 34.8

<sup>3</sup> PSS/E Model Library

modèle usager tout modèle qui ne fait pas partie de la bibliothèque standard de PSS/E, mais qui a été accepté par le PC après des essais de compatibilité.

- b) Les modèles usagers transmis au PC doivent répondre aux exigences suivantes :
- Ces modèles doivent pouvoir fonctionner avec un échelon de temps d'intégration dépassant 4 ms (1/4 de cycle).
  - Ces modèles doivent être accompagnés d'un dossier d'utilisation comportant toute la documentation technique pertinente et indiquant les caractéristiques du modèle, y compris les schémas blocs, les valeurs et les noms de tous les paramètres du modèle et la liste de toutes les variables.
- c) Il incombe aux GO de valider et de tenir à jour tous les modèles en régime dynamique, et de veiller à ce que les modèles transmis au PC soient compatibles et pleinement fonctionnels avec la version courante. En cas de mise à jour de PSS/E (le PC passe à une version plus récente de PSS/E), les GO doivent fournir des modèles mis à jour afin d'assurer leur compatibilité avec la nouvelle version de PSS/E.
- d) Dans le cas de modèles usagers qui représentent des parcs éoliens, les exigences suivantes s'appliquent :
- Le modèle usager doit permettre de représenter les parcs éoliens sous une forme agrégée (1 groupe de production représentant toutes les éoliennes par type d'éolienne) et doit être fonctionnel sur toute la plage de puissance active et réactive de celui-ci.
  - Dans le cas où la régulation de tension d'une centrale éolienne est réalisée au moyen d'un équipement de compensation supplémentaire situé dans son poste de départ (ex : compensateur statcom), le GO doit aussi fournir un modèle PSS/E complet pour l'équipement de compensation de puissance réactive, y compris tous les documents techniques, les données de modélisation et les paramètres connexes.
- e) En plus de fournir toutes les données requises pour les modèles usagers conformément à l'alinéa iv ci-dessus, les GO doivent aussi indiquer le ou les modèles standards de PSS/E qui correspondent le mieux au comportement dynamique du modèle usager, et fournir les paramètres de modélisation correspondants. La liste des modèles acceptés est présentée à l'**annexe 1**.
- iv. Lorsqu'ils fournissent les paramètres de modèle, les GO doivent indiquer la source des données (fiche technique du fabricant, valeurs mesurées, valeurs théoriques types ou estimatives, etc.).

- v. En cas de données incomplètes ou de paramètres inconnus, les GO doivent fournir au PC des valeurs estimatives d'après leurs hypothèses. Toutes les valeurs estimatives doivent être signalées clairement comme telles.
- vi. Pour ce qui est de la protection de surfréquence et de sous-fréquence des centrales, tous les GO doivent fournir les temporisations et les réglages des relais de surfréquence et de sous-fréquence, conformément à l'exigence E11 de la norme de fiabilité PRC-006-NPCC-2, *Délestage en sous-fréquence automatique*.

## 3.2 Exigences de déclaration des données

### 3.2.1 Format des données

- i. Les données en régimes permanent, dynamique et de court-circuit doivent être transmises au PC dans les formats suivants :
  - **Format tableau** – Les modèles de bibliothèque dynamique PSS/E doivent être indiqués et tous les paramètres de modèle correspondants doivent être fournis en format tableau. Les GO qui possèdent de nombreuses installations de production peuvent utiliser l'exemple de tableau de déclaration des données de modélisation présenté à l'**annexe 4** du présent document.
  - **Fiches techniques de bibliothèque PSS/E** – Les GO qui utilisent des modèles dynamique standards de PSS/E peuvent aussi choisir de soumettre leurs paramètres de modélisation au moyen des fiches techniques de modèle standard PSS/E correspondantes. Ces fiches techniques seront fournies au GO sur demande. Un exemple de fiche technique de modèle standard PSS/E est présenté à l'**annexe 3**.
  - **Formats PSS/E SAV et DYR** – Les modèles dynamiques standard de PSS/E doivent être indiqués et tous les paramètres en régimes permanent et dynamique correspondants doivent être fournis dans des fichiers SAV et DYR, respectivement.
- ii. Dans le cas de modèles usagers, les GO doivent fournir :
  - tous les fichiers de modèle associés requis pour exécuter les simulations dans PSS/E (\*.lib, \*.obj, \*.dll, etc.). Le PC peut demander le code source de certains modèles usagers, qui doit être présenté en langage FLECS selon la version courante de PSS/E, en C ou en FORTRAN ;
  - tous les paramètres en régimes permanent et dynamique correspondants du modèle usager, dans des fichiers SAV et DYR, respectivement ;
  - tous les documents techniques et caractéristiques pertinents du modèle usager, y compris les résultats d'essai de conformité, les schémas blocs, les valeurs et les noms de tous les paramètres de modèle ainsi qu'une liste de toutes les variables ;

- tout programme IDEV ou Python nécessaire pour établir les paramètres de simulation dynamique ;
  - le modèle générique de la bibliothèque PSS/E qui représente le plus fidèlement le comportement dynamique de l'installation de production, ainsi que tous les paramètres de modèle correspondants.
- iii. Les GO doivent fournir l'information sur les retraits de groupe de production sous forme de tableau Excel.

### **3.2.2 Procédure et calendrier de déclaration des données**

- i. La déclaration des données doit être effectuée annuellement, conformément aux procédures et au calendrier décrits à la section 7.

## 4. Modélisation des équipements de transport

### 4.1 Exigences relatives aux données de modélisation

Tous les propriétaires d'installation de transport (TO) de l'Interconnexion du Québec doivent fournir au PC des données de modélisation valides pour tous les équipements de transport existants et projetés, notamment :

- les lignes de transport à courant alternatif ;
- les réseaux de transport à courant continu ;
- les transformateurs de tension et déphaseurs ;
- les disjoncteurs ;
- les équipements de compensation réactive shunt (condensateurs et inductances) ;
- les équipements de compensation réactive série ;
- les compensateurs statiques et synchrones ;
- les automatismes de réseau.

Le PC, conformément à la norme MOD-032 de la NERC, demande à tous les TO propriétaires d'installations existantes de recertifier annuellement leurs données de modélisation, soit en fournissant de nouveau toutes les données de modélisation requises, soit en certifiant que ces données n'ont pas changé par rapport à l'année précédente. En cas de changement dans les données de modélisation, les TO doivent indiquer clairement tous les changements et transmettre toutes les données de modélisation modifiées, conformément au présent document.

Pour les ajouts ou modifications projetés d'équipements de transport, les TO doivent soumettre des données de modélisation préliminaires au PC et aux TP pendant la phase de planification du projet, aux fins des études d'impact sur le réseau. À ce stade, des paramètres de modélisation types ou estimatifs sont acceptables.

Les TO doivent mettre à jour les données préliminaires fournies au PC pendant la phase de planification du projet en présentant des paramètres de modélisation réels ou mesurés issus des essais de conformité des équipements pendant la phase de mise en service. La validation des données de modélisation est un préalable à l'acceptation finale par le TO du projet d'installation de réseau de transport, et doit être achevée dans un délai de 6 mois suivant la mise en service commerciale initiale.

Les sections suivantes présentent les données de régimes permanent, dynamique et de court-circuit nécessaires pour modéliser correctement les équipements de transport dans l'Interconnexion du Québec ; le type de données requis et les unités de mesure à utiliser sont indiqués.

#### 4.1.1 Données en régime permanent pour la modélisation des équipements de transport

- i. Chaque TO doit fournir des données de modélisation en régime permanent de ses équipements de transport existants et projetés conformément aux exigences du présent document.
- ii. Le tableau ci-dessous résume les principales exigences relatives aux données de modélisation en régime permanent, d'après l'annexe 1 (rubrique 1 et rubriques 4 à 8) de la norme MOD-032-1.

**Tableau 5** – Exigences relatives aux données en régime permanent pour les équipements de transport

Élément de réseau de transport	Données de modélisation en régime permanent
<b>Jeux de barres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schéma unifilaire du poste</li> <li>• Numéro et nom de barre</li> <li>• Caractéristiques assignées</li> <li>• Tension nominale</li> <li>• Type de barre (barre de poste, de charge ou d'installation de production)</li> <li>• Région, zone et propriétaire</li> <li>• Poste ou ligne associé</li> </ul>
<b>Lignes de transport à courant alternatif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postes ou barres de départ et d'arrivée</li> <li>• Longueur de la ligne (km)</li> <li>• Paramètres d'impédance (séquence directe), R et X (ohms ou p.u.)</li> <li>• Susceptance, B (siemens ou p.u.)</li> <li>• Caractéristiques assignées en conditions normales et d'urgences <sup>4</sup></li> <li>• Capacité thermique (MVA ou A) à -20 °C, 0 °C et 30 °C</li> <li>• État de service</li> </ul>
<b>Réseaux de transport à courant continu (lignes c.c. et postes de conversion)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postes ou barres de départ et d'arrivée</li> <li>• Longueur de la ligne c.c. (km)</li> <li>• Impédances de ligne c.c. et autres données (tension, Rcmp-Ohms, Vcmode, CCC Itmax, Rdc-Ohms, Delti, Dcvmin, CCC Accel)</li> <li>• Données de redresseur et d'onduleur (tension primaire de base, ponts en série, rapport de transformation, CCC X, barres de départ et d'arrivée, angle d'amorçage max., R et X)</li> </ul>

<sup>4</sup> Caractéristiques assignées déterminées selon la méthodologie FAC-008

Élément de réseau de transport	Données de modélisation en régime permanent
	de commutation, réglages de prise max. et min., incrément de prise) <ul style="list-style-type: none"> <li>• État de service</li> </ul>
<b>Transformateurs (de tension et déphaseurs)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplacement du transformateur (nom du poste)</li> <li>• Nom du transformateur (numéro d'identification) et numéro de position</li> <li>• Tensions nominales d'enroulements primaire, secondaire et tertiaire (kV)</li> <li>• Caractéristiques assignées en conditions normales et d'urgences<sup>5</sup></li> <li>• Puissances nominales (MVA) avec mode de refroidissement correspondant, soit à <math>-20\text{ °C}</math>, <math>0\text{ °C}</math> et <math>30\text{ °C}</math></li> <li>• Résistances d'enroulement et impédances de séquence directe, R et X (ohms ou p.u.)</li> <li>• Admittance G et susceptance B de magnétisation (p.u.)</li> <li>• Couplage (connexion des enroulements)</li> <li>• Nombre de positions de prise (kV ou p.u.)</li> <li>• Rapports de prise (tension ou déphasage)</li> <li>• Plage de régulation (positions de prise minimale et maximale)</li> <li>• Barre régulée (pour transformateur-régulateur)</li> <li>• État de service</li> </ul>
<b>Disjoncteurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplacement du disjoncteur (nom du poste)</li> <li>• Nom du disjoncteur (numéro d'identification) et numéro de position</li> <li>• Caractéristiques assignées</li> <li>• Tension nominale (kV)</li> <li>• Données de fabrication (fabricant, année et norme de conception)</li> <li>• Pouvoir de coupure, courant symétrique et asymétrique (kA)</li> <li>• Rapport X/R du disjoncteur</li> </ul>
<b>Équipements de compensation réactive shunt (condensateurs et inductances)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplacement du dispositif shunt (nom du poste)</li> <li>• Nom du dispositif shunt (numéro d'identification) et numéro de position</li> <li>• Nombre de condensateurs et de réactances dans le dispositif</li> <li>• Capacité de puissance réactive de chaque condensateur et réactance (Mvar)</li> <li>• Caractéristiques assignées</li> <li>• Tension nominale (kV)</li> <li>• Limites de la plage de tension régulée (kV)</li> <li>• Mode de compensation (fixe, à paliers, continu, etc.)</li> <li>• Barre régulée</li> <li>• État de service</li> </ul>

<sup>5</sup> Caractéristiques assignées déterminées selon la méthodologie FAC-008

Élément de réseau de transport	Données de modélisation en régime permanent
<b>Équipements de compensation réactive série</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplacement du condensateur série (nom du poste et ligne de transport compensée)</li> <li>• Nom du condensateur série</li> <li>• Type de dispositif</li> <li>• Tension nominale (kV)</li> <li>• Impédance unitaire (p.u. ou ohms)</li> <li>• Admittance unitaire (p.u. ou siemens)</li> <li>• Compensation de puissance réactive (%)</li> <li>• Caractéristiques assignées</li> <li>• Capacité de puissance réactive (MVA)</li> <li>• Facteur de surcharge</li> <li>• État de service</li> </ul>
<b>Compensateurs statiques et synchrones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplacement du compensateur statique ou du compensateur synchrone (nom du poste)</li> <li>• Tension nominale (kV)</li> <li>• Puissance de base de la machine</li> <li>• Caractéristiques assignées</li> <li>• Puissances nominales maximales et minimales (Mvar)</li> <li>• Shunt fixe ou commuté, le cas échéant</li> <li>• Barre régulée</li> <li>• Consigne de tension (p.u. ou kV)</li> <li>• État de service</li> </ul>

- iii. L'attribution des numéros de barre est effectuée par le PC.
- iv. Pour tous les ajouts ou modifications projetés pour lesquels HQT est le TO, les données de modélisation en régime permanent doivent correspondre aux données techniques du cahier des charges.
- v. Pour ce qui est de l'état de service d'un équipement, les TO doivent fournir annuellement une prévision sur 10 ans des retraits programmés et indisponibilités de plus de 6 mois. Cette information doit comporter :
- les dates de début et de fin du retrait programmé ;
  - l'équipement de transport dont le retrait est programmé ;
  - le niveau de tension ;
  - l'emplacement (nom du poste, zone, etc.) ;
  - une description du projet ou de l'opération de maintenance qui est la cause du retrait.

#### 4.1.2 Données en régime dynamique et de court-circuit pour la modélisation des équipements de transport

- i. Chaque TO doit fournir les données de modélisation en régime dynamique et de court-circuit pour les équipements de transport existants et projetés, conformément aux exigences du présent document.
- ii. Le tableau ci-dessous résume les principales exigences relatives aux données de modélisation en régime dynamique et de court-circuit, selon l'annexe 1 de la norme MOD-032-1.

**Tableau 7** – Exigences relatives aux données en régime dynamique et de court-circuit pour les équipements de transport

Élément de réseau de transport	Données de modélisation en régime dynamique et de court-circuit
<b>Lignes de transport à courant alternatif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impédances de séquence directe, inverse et homopolaire, R et X (ohms ou p.u.)</li> <li>• Susceptance homopolaire, B (siemens ou p.u.)</li> <li>• Données d'impédance mutuelle</li> </ul>
<b>Réseaux de transport à courant continu (lignes c.c. et postes de conversion)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle dynamique de ligne c.c. et paramètres associés</li> <li>• Modèle dynamique de convertisseur c.c. et paramètres associés</li> </ul>
<b>Transformateurs (de tension et déphaseurs)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Couplage des enroulements</li> <li>• Paramètres d'impédance de séquence directe, inverse et homopolaire, R et X (ohms ou p.u.)</li> <li>• Impédances de séquence directe, inverse et homopolaire de mise à la terre, <math>R_G</math> et <math>X_G</math> (ohms ou p.u.)</li> </ul>
<b>Équipements de compensation réactive shunt (condensateurs et inductances)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Admittances shunt homopolaires, G et B (p.u.)</li> </ul>
<b>Équipements de compensation réactive série</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impédances homopolaires, R et X (p.u. ou ohms)</li> <li>• Admittance homopolaire, B (p.u. ou siemens)</li> <li>• Admittance unitaire (p.u. ou siemens)</li> </ul>
<b>Compensateurs statiques synchrones et tout autre système de transport à courant alternatif flexible (FACTS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impédances de composante directe de machine, <math>R_1</math> et <math>X_1</math> (p.u.)</li> <li>• Impédances de composante inverse de machine, <math>R_2</math> et <math>X_2</math> (p.u.)</li> <li>• Impédances homopolaires de machine, <math>R_0</math> et <math>X_0</math> (p.u.)</li> <li>• Modèle dynamique de compensateur statique et paramètres associés</li> <li>• Modèle dynamique de compensateur synchrone et paramètres associés</li> </ul>
<b>Automatismes de réseau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle dynamique d'automatisme de réseau et paramètres associés</li> </ul>

- iii. Tous les modèles dynamiques transmis au PC doivent être compatibles avec la version courante<sup>6</sup> du logiciel PSS/E, utilisé par le PC et les TP pour les études dynamiques de réseau.

Il est recommandé d'opter pour les modèles dynamiques standards ou génériques de PSS/E s'ils peuvent représenter fidèlement le comportement dynamique du dispositif modélisé.

Les modèles acceptés par le PC sont présentés à l'**annexe 1** du présent document.

- iv. Modèles usagers

- a) Si aucun modèle en régime dynamique standard PSS/E ou IEEE compatible ne convient, le TO peut fournir des modèles usagers ou « boîtes noires ». On entend par modèle personnalisé tout modèle qui ne fait pas partie de la bibliothèque standard de PSS/E, mais qui a été accepté par le PC après des essais de compatibilité.
- b) Les modèles usagers transmis au PC doivent répondre aux exigences suivantes :
- Ces modèles doivent pouvoir fonctionner avec un échelon de temps d'intégration dépassant 4 ms (1/4 de cycle).
  - Ces modèles doivent être accompagnés d'un dossier d'utilisation comportant toute la documentation technique pertinente et indiquant les caractéristiques du modèle, y compris les schémas blocs, les valeurs et les noms de tous les paramètres du modèle et la liste de toutes les variables.
  - Les TO doivent aussi présenter des résultats d'essai de conformité attestant que le modèle représente fidèlement le comportement dynamique du dispositif modélisé. Les TO doivent soumettre ces modèles à des essais de conformité à intervalles de 10 ans.
- c) Il incombe aux TO de valider et de tenir à jour tous les modèles usagers, et de veiller à ce que les modèles transmis au PC soient compatibles et pleinement fonctionnels avec la version courante de PSS/E. En cas de mise à jour de PSS/E (le PC passe à une version plus récente de PSS/E), les TO doivent fournir des modèles mis à jour afin d'assurer leur compatibilité avec la nouvelle version de PSS/E.
- d) En plus de fournir toutes les données requises pour les modèles usagers conformément aux alinéas iv ci-dessus, les TO doivent aussi indiquer le ou les modèles standards de PSS/E qui correspondent le mieux au comportement dynamique du modèle usager, et fournir les paramètres de modélisation correspondants. La liste des modèles acceptés est présentée à l'**annexe 2**.

---

<sup>6</sup> PSS/E version 34.8

- v. En cas de données incomplètes ou de paramètres inconnus, les TO doivent fournir au PC des valeurs estimatives d’après leurs suppositions ou hypothèses. Toutes les valeurs estimatives doivent être signalées clairement comme telles.
- vi. Pour tous les ajouts ou modifications projetés pour lesquels HQT est le TO, les données en régime dynamique et de court-circuit doivent correspondre aux données techniques du cahier des charges.

**4.1.3 Données de modélisation supplémentaires nécessaires pour le calcul des courants DC lors des orages géomagnétiques**

- i. Chaque TO doit fournir, pour les équipements de transport concernés, les données de modélisation nécessaires pour le calcul des courants DC lors des orages géomagnétiques, tel que requis pour effectuer les analyses conformément à la norme TPL-007.
- ii. Le tableau ci-dessous résume les principales exigences relatives à ces données de modélisation.

**Tableau 8** – Données de modélisation nécessaires pour le calcul des courants DC lors des orages géomagnétiques

Élément de réseau de transport	Données de modélisation
<b>Poste de transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résistance de grille du poste (Ohms)</li> <li>• Coordonnées géographiques du poste                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• latitude (positive pour le Nord et négative pour le Sud)</li> <li>• longitude (positive pour l’Est et négative pour l’Ouest)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Lignes de transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résistance DC (Ohms/phase)</li> <li>• Coordonnée des points de dérivation de la ligne                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• latitude (positive pour le Nord et négative pour le Sud)</li> <li>• longitude (positive pour l’Est et négative pour l’Ouest)</li> </ul> </li> <li>• Présence de câbles de garde et de contrepoids</li> </ul>
<b>Transformateurs (de tension et déphaseurs)</b>  (si une des tension d’enroulement >200 kV et une des connexions du transformateur est mise à la terre )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résistance DC (Ohms/phase) pour chaque enroulement</li> <li>• Core design                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Three phase shell</li> <li>○ Single core</li> <li>○ 3-phase 3-legged</li> <li>○ 3-phase 5-legged</li> <li>etc...</li> </ul> </li> <li>• Coefficient reliant les pertes en puissance réactive en fonction du courant DC dans le transformateur (K factor)</li> <li>• Résistance de la mise à la terre (Ohms)</li> <li>• Présence de mécanisme de blocage de courant dc dans le neutre</li> </ul>
<b>Réactance shunt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistance DC de l’enroulement (Ohms/phase)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Résistance de la mise à la terre (Ohms)</li></ul>
--	---

## 4.2 Exigences de déclaration des données

### 4.2.1 Format des données

- i. Les données en régimes permanent, dynamique et de court-circuit doivent être transmises au PC dans les formats suivants :
  - **Format tableau** – Les modèles dynamiques PSS/E doivent être indiqués et tous les paramètres de modèle correspondants sont fournis en format tableau.
  - **Formats PSS/E SAV et DYR** – Les modèles dynamiques standards de PSS/E doivent être indiqués et tous les paramètres en régimes permanent et dynamique correspondants sont fournis dans des fichiers SAV et DYR, respectivement.
- ii. Les TO doivent aussi soumettre un schéma unifilaire qui illustre les ajouts ou modifications au réseau de transport projeté ou en service.
- iii. Dans le cas de modèles usagers, les TO doivent fournir :
  - tous les fichiers de modèle associés requis pour exécuter les simulations dans PSS/E (\*.lib, \*.obj, \*.dll, etc.). Le PC peut demander le code source de certains modèles usagers, qui doit être présenté en langage FLECS selon la version courante de PSS/E, en C ou en FORTRAN ;
  - tous les paramètres en régimes permanent et dynamique correspondants du modèle usager, dans des fichiers SAV et DYR, respectivement ;
  - tous les documents techniques et caractéristiques pertinents du modèle usager, y compris les résultats d'essai de conformité, les schémas blocs, les valeurs et les noms de tous les paramètres de modèle ainsi qu'une liste de toutes les variables ;
  - tout programme IDEV ou Python nécessaire pour établir les paramètres de simulation dynamique ;
  - le modèle standard de PSS/E qui représente le plus fidèlement le comportement dynamique de l'équipement de transport, ainsi que tous les paramètres de modèle correspondants.
- iv. Le TO doit fournir l'information sur les retraits d'équipement de transport sous la forme d'un rapport ou d'un tableau Excel simplifié.

#### **4.2.2 Procédure et calendrier de déclaration des données**

- i. La déclaration des données doit être effectuée annuellement, conformément aux procédures et au calendrier décrits au chapitre 7.

## 5. Modélisation de la demande

### 5.1 Exigences relatives aux données de modélisation

Le responsable de l’approvisionnement (LSE), en l’occurrence Hydro-Québec Distribution (HQD), est tenu de préparer des données sur la demande et de les soumettre au coordonnateur de la planification (PC) pour l’ensemble de l’Interconnexion du Québec.

Les sections suivantes présentent les données en régimes permanent, dynamique et de court-circuit nécessaires pour modéliser correctement la demande dans le réseau de transport interconnecté ; le type de données requis et les unités de mesure à utiliser sont indiqués.

#### 5.1.1 Données en régime permanent pour la modélisation de la demande

Le tableau ci-dessous résume les exigences relatives aux données en régime permanent pour les charges de poste satellite (moins de 44 kV) et pour les charges des installations de client (Ex : réseaux municipaux, grandes installations industrielles, usines de pâtes et papiers, alumineries, raffineries, installations minières, etc.), raccordées directement au réseau de transport à haute tension (de 44 à 324 kV).

**Tableau 9** – Exigences relatives aux données en régime permanent pour la modélisation de la demande

Charges de poste satellite à moins de 44 kV (prévision sur 15 ans)	Charges des installations de client modélisées aux barres à plus de 44 kV (prévision sur 10 ans)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Code de localisation du poste</li> <li>▪ Nom du poste</li> <li>▪ Puissance active (MW)</li> <li>▪ Puissance réactive (Mvar)</li> <li>▪ Puissance apparente de la charge (MVA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Code de localisation</li> <li>▪ Nom de l’installation de client</li> <li>▪ Puissance active attendue (MW)</li> <li>▪ Puissance apparente de la charge totale (MVA)</li> <li>▪ État de service de la charge</li> </ul>

- i. Les données de charge transmises au PC doivent refléter les prévisions de demande suivantes, préparées annuellement :
  - une prévision de demande par poste, agrégée par niveau de tension secondaire sur 15 ans pour tous les postes satellites desservant la charge du réseau de distribution d’Hydro-Québec, dont la tension à la barre secondaire est inférieure à 44 kV ;
  - une prévision de demande par poste, à la barre haute tension, sur 10 ans pour les installations de client (ex : réseaux municipaux, grandes installations industrielles, etc.) raccordées directement au réseau de transport à haute tension (de 44 à 324 kV) ;

- une prévision de demande globale sur 10 ans pour l'ensemble de l'Interconnexion.
- ii. Chaque prévision de demande doit fournir des données de charge pour les types suivants de niveau de charge :
- pointe hivernale en conditions climatiques normales ;
  - pointe estivale<sup>7</sup> ;
  - creux de charge estivale<sup>8</sup>.
- iii. HQD doit aussi fournir l'historique des charges à la pointe normalisées sur cinq ans pour tous les postes satellites desservant la charge du réseau de distribution d'Hydro-Québec, dont la tension à la barre secondaire est inférieure à 44 kV.
- iv. Dans le cas de nouvelles installations de client raccordées directement au réseau de transport à haute tension, des données de modélisation plus détaillées sont exigées avant la mise en service, conformément au document *Exigences techniques pour les installations de client raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec*, dont la version la plus récente est consultable sur le site Web de HQT à l'adresse suivante :
- [http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/ex\\_inst\\_client.pdf](http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/ex_inst_client.pdf).
- v. Pour les installations de client existantes, des données de modélisation de charge conformes aux exigences techniques susmentionnées doivent être fournies à la demande du PC, ou en cas de toute modification de ces installations.

### **5.1.2 Données en régime dynamique et de court-circuit pour la modélisation de la demande**

- i. Des données en régime dynamique et de court-circuit sont normalement requises pour les installations de client industriel équipées de gros moteurs susceptibles d'influer sur le comportement transitoire et dynamique du réseau de transport. Cette information est normalement fournie avant la mise en service et le raccordement au réseau de transport, ou en cas de modification d'installations de client existantes.
- ii. Pour les installations de client, HQD doit fournir des données en régime dynamique et de court-circuit conformément aux exigences de l'annexe 1 du document de HQT intitulé *Exigences techniques pour les installations de client raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec*, dont la version la plus récente est consultable sur le site Web de HQT à l'adresse suivante :
- [http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/ex\\_inst\\_client.pdf](http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/ex_inst_client.pdf).

---

<sup>7</sup> La prévision de pointe de charge estivale doit être fournie sur demande seulement.

<sup>8</sup> La prévision de creux de charge estivale peut être fournie par poste source sur demande seulement. Le coordonnateur de la planification fournira la liste de correspondance entre les postes sources et satellites, le cas échéant.

- iii. Pour les installations de client, il faut aussi indiquer la source des données fournies (fiche technique du fabricant, valeurs mesurées, valeurs théoriques types ou estimatives, etc.).
- iv. En cas de données incomplètes ou de paramètres inconnus, fournir des valeurs théoriques ou estimatives.

## 5.2 Exigences de déclaration des données

### 5.2.1 Format des données

- i. Les données de charge en régime permanent transmises au PC doivent être présentées sous forme de tableau Excel ou tout autre format sur entente avec le PC.
- ii. Les données de charge en régimes dynamique et de court-circuit doivent être soumises au PC selon les indications de l'annexe A du document *Exigences techniques pour les installations de client raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec* ; tous les éléments d'information spécifiés dans cette annexe doivent être fournis pour que la déclaration des données soit valide. D'autres formats de déclaration acceptés pour les données de charge en régimes dynamique et de court-circuit sont les suivants :
  - tableau Excel des paramètres de modèle ;
  - fichiers SAV et DYR PSS/E, avec tous les fichiers de modèle en régime dynamique PSS/E correspondants.

### 5.2.2 Procédure et calendrier de déclaration des données

- i. La déclaration des données doit être effectuée annuellement, conformément aux procédures et au calendrier décrits au chapitre 7.

## 6. Information complémentaire sur le réseau électrique

En plus des modèles en régimes permanent et dynamique, la modélisation du réseau de transport requiert des informations quantitatives sur le réseau électrique afin d'établir les niveaux de répartition de la production et des transits sur les interconnexions. Cette information complémentaire comprend les données du plan des ressources et les données sur les échanges avec les réseaux voisins.

Les sections suivantes décrivent les données requises pour intégrer correctement le plan des ressources ainsi que les échanges inter-réseau dans les cas d'écoulement de puissance et de modélisation dynamique. Elles indiquent également le type de données requis et les unités de mesure à utiliser.

### 6.1 Données du plan des ressources

#### 6.1.1 Exigences relatives aux données du plan des ressources

- i. Le planificateur des ressources (RP), en l'occurrence Hydro-Québec Distribution (HQD), doit fournir au PC les données relatives à toutes les ententes d'achat de production à long terme avec les GO, en indiquant les ressources de production disponibles pour répondre à la demande.
- ii. Le planificateur des ressources (RP) doit fournir les hypothèses de planification des charges interruptibles ainsi que les détails de tout programme de charges modulables (DCLM – Direct Control Load Management).

#### 6.1.2 Format des données

- i. Les données sur les ressources doivent être transmises sous forme de tableau Excel, dans un format mutuellement établi entre le RP et le PC.

#### 6.1.3 Procédure et calendrier de déclaration des données

- i. La déclaration des données doit être effectuée annuellement, conformément aux procédures et au calendrier décrits au chapitre 7.

### 6.2 Programme d'échange

Un programme d'échange est une liste d'échanges d'énergie programmés entre l'Interconnexion du Québec et les réseaux voisins (Nouvelle-Angleterre, New York, Ontario, Nouveau-Brunswick, etc.). Ces transactions ainsi que les réservations de transport reflètent les ententes fermes d'exportation et d'importation ou de transport de point à point, conformément aux Tarifs et conditions des services

de transport (OATT) de HQT. Cette information est publiée dans l'application OATI webOASIS et est fournie au PC par le fournisseur de services de transport (TSP).

### **6.2.1 Exigences relatives aux données sur les échanges**

- i. Le TSP doit recueillir et fournir les données d'échange requises concernant toutes les réservations de service de transport ferme long terme (1 an et plus) entre les réseaux de transport à l'intérieur de l'Interconnexion du Québec ainsi qu'avec les réseaux voisins du NPCC. Ces données doivent refléter l'information la plus récente sur les transactions disponibles sur OATI webOASIS.
- ii. Les données sur les échanges à fournir comprennent :
  - le nom du client du service de transport ;
  - le numéro de référence OASIS ;
  - les postes d'origine et de destination ;
  - le nom du chemin d'interconnexion ;
  - la puissance transitée (MW) ;
  - la fréquence de transaction (annuelle, mensuelle, etc.) ;
  - le type de service de transport ;
  - les dates de début et de fin du contrat de service de transport.

### **6.2.2 Format des données**

- i. Les données sur les échanges doivent être présentées sous la forme d'un tableau Excel ou tout autre format sur entente avec le PC.

### **6.2.3 Procédure et calendrier de déclaration des données**

- i. La déclaration des données doit être effectuée annuellement, conformément aux procédures et au calendrier décrits au chapitre 7.

## 7. Procédure et calendrier de déclaration des données

### 7.1 Procédure de déclaration des données

- i. Toutes les communications relatives à la déclaration des données de modélisation doivent être envoyées à l'adresse courriel suivante : [TEdonneesdemodelisation@hydro.qc.ca](mailto:TEdonneesdemodelisation@hydro.qc.ca).
- ii. Les données doivent être transmises électroniquement ou par courriel, de préférence au moyen d'un serveur de transfert de fichiers sécurisé comme le serveur FTP sécurisé d'Hydro-Québec, accessible aux entités de HQ à l'adresse <https://ftps.hydro.qc.ca/> et aux clients externes à l'adresse <https://ftps.hydroquebec.com/>.
- iii. Fréquence de déclaration

Les données doivent être transmises annuellement selon le calendrier présenté à la section suivante. L'entité doit indiquer clairement les changements par rapport à la déclaration de l'année précédente ou indiquer que les données n'ont pas changées, le cas échéant.

### 7.2 Calendrier de déclaration des données

Toutes les entités tenues de fournir des données de modélisation doivent transmettre ces données annuellement, selon le calendrier suivant. :

**Tableau 10 – Calendrier de déclaration des données de modélisation**

Données de modélisation	Description des livrables	Entité fonctionnelle responsable	Date limite de déclaration
<b>Données de demande globale</b>	Prévision de pointe hivernale en régime permanent	Responsable de l'approvisionnement	<b>1<sup>er</sup> octobre</b>
	Prévisions de pointe estivale et de creux de charge estivale en régime permanent	Responsable de l'approvisionnement	<b>1<sup>er</sup> octobre</b>
	Prévision de demande des clients industriels en régime permanent	Responsable de l'approvisionnement	<b>1<sup>er</sup> octobre</b>
	Prévision de demande totale du réseau	Planificateur des ressources	<b>1<sup>er</sup> octobre</b>
<b>Données de production</b>	Données de modélisation en régimes permanent, dynamique et de court-circuit pour les centrales existantes	Propriétaires d'installation de production	<b>1<sup>er</sup> février</b>
	Données de modélisation en régimes permanent, dynamique et de court-circuit pour les projets de production futurs	Propriétaires d'installation de production	<b>1<sup>er</sup> février</b>

Données de modélisation	Description des livrables	Entité fonctionnelle responsable	Date limite de déclaration
	Programme des retraits d'installations de production	Propriétaires d'installation de production	1 <sup>er</sup> février
<b>Données sur les équipements de transport</b>	Recertification des données de modélisation en régimes permanent, dynamique et de court-circuit pour les équipements existants	Propriétaires d'installation de transport	1 <sup>er</sup> février
	Données de modélisation en régimes permanent, dynamique et de court-circuit pour les projets de transport futurs	Propriétaires d'installation de transport Planificateurs de réseau de transport	1 <sup>er</sup> février
	Programme des retraits d'équipement de transport	Coordonnateur de la fiabilité	1 <sup>er</sup> février
<b>Information complémentaire sur le réseau électrique</b>	Données du plan des ressources	Planificateur des ressources	1 <sup>er</sup> octobre
	Données sur les échanges inter-réseaux	Fournisseur de service de transport	1 <sup>er</sup> février

### 7.3 Non-conformités

Pour les entités inscrites au Registre des entités de la Régie, tout défaut de déclarer des données de modélisation exigées, selon le calendrier établi et dans le format demandé, peut constituer une non-conformité à la norme MOD-032.

Pour de plus amples renseignements sur les non-conformités, les entités fonctionnelles peuvent se reporter aux pages 6 à 12 de la norme MOD-032-1, consultable sur le site Web de la Régie à l'adresse suivante :

<http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/NormesFiabiliteTransportElectricite/Normes/MOD-032-1-fr-2017-01-31.pdf>

## **ANNEXE 1 – Liste des modèles acceptables (régime dynamique)**

Voir le document intitulé « Annexe 1 » en format excel  
(<http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/modelisation.html>).

Le coordonnateur de la planification utilise présentement la version 34.8 de PSS/E.

Direction – Planification  
Hydro-Québec TransÉnergie  
Division d'Hydro-Québec

