

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 : *Planification et stratégies du réseau principal
Direction Planification*

Entrée en vigueur : *1^{er} juillet 2015*

Révision : *2 (30 mars 2017)*

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Historique des révisions | 5 |
| 1. Application | 6 |
| 1.1 Objet | 6 |
| 1.2 Domaine d'application | 6 |
| 1.3 Confidentialité des données..... | 8 |
| 2. Modélisation des réseaux électriques..... | 9 |
| 2.1 Élaboration des modèles de réseau..... | 9 |
| 2.2 Entités fonctionnelles de l'Interconnexion du Québec..... | 9 |
| 2.3 Processus de modélisation du réseau électrique..... | 10 |
| 2.3.1 Schéma du processus de modélisation..... | 10 |
| 2.3.2 Description des activités de modélisation..... | 12 |
| 2.3.4 Calendrier d'élaboration des modèles de réseau..... | 14 |
| 3. Modélisation des installations de production..... | 15 |
| 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 |
| 4. Modélisation des équipements de transport..... | 22 |
| 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..... | 29 |
| 4.2 Exigences de déclaration des données..... | 30 |
| 4.2.1 Format des données..... | 30 |
| 4.2.2 Procédure et calendrier de déclaration des données..... | 31 |
| 5. Modélisation de la demande | 32 |
| 5.1 Exigences relatives aux données de modélisation..... | 32 |
| 5.1.1 Données en régime permanent pour la modélisation de la demande..... | 32 |
| 5.1.2 Données en régime dynamique et de court-circuit pour la modélisation de la demande..... | 34 |
| 5.2 Exigences de déclaration des données..... | 35 |
| 5.2.1 Format des données..... | 35 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.2.2 | Procédure et calendrier de déclaration des données | 35 |
| 6. | Information complémentaire sur le réseau électrique | 36 |
| 6.1 | Données du plan des ressources..... | 36 |
| 6.1.1 | Exigences relatives aux données du plan des ressources..... | 36 |
| 6.1.2 | Format des données | 36 |
| 6.1.3 | Procédure et calendrier de déclaration des données | 36 |
| 6.2 | Programme d'échange | 37 |
| 6.2.1 | Exigences relatives aux données sur les échanges | 37 |
| 6.2.2 | Format des données | 37 |
| 6.2.3 | Procédure et calendrier de déclaration des données | 37 |
| 7. | Procédure et calendrier de déclaration des données | 38 |
| 7.1 | Procédure de déclaration des données | 38 |
| 7.2 | Calendrier de déclaration des données..... | 39 |
| 7.3 | Non-conformités | 40 |
| | RÉFÉRENCES | 41 |
| | ANNEXE 1 – Exemples de tableaux de déclaration des données de charge..... | 42 |
| | ANNEXE 2 – Liste des modèles en régime dynamique approuvés | 43 |
| A2.1 | Modèles de bibliothèque standards..... | 43 |
| A2.2 | Modèles usagers approuvés | 47 |
| | ANNEXE 3 – Exemple de fiche technique de modèle standard PSS/E..... | 49 |
| | ANNEXE 4 – Exemple de tableau de déclaration des données de centrale..... | 50 |
| | ANNEXE 5 – Numérotation et classification des barres..... | 51 |
| A5.1 | Plages des numéros de barres | 51 |
| A5.2 | Codes des régions NPCC..... | 52 |
| A5.3 | Codes des zones du réseau interconnecté du Québec | 52 |
| | ANNEXE 6 – Format de présentation des données sur les échanges inter-réseaux | 55 |

Historique des révisions

| No. de révision | Sections | Description de la révision | Date |
|-----------------|---|--|------------------|
| 0 | | <ul style="list-style-type: none"> Version originale | 16 décembre 2015 |
| 1 | Toutes les sections | <ul style="list-style-type: none"> Révision générale du document | 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"> Révision de texte Ajout d'un historique des révisions Ajout des sections « Domaine d'application » et « Confidentialité des données » Modifications de la liste des entités fonctionnelles Révision des exigences relatives aux données de modélisation des installations de production, des équipements de transport, et de la demande. Ajout des exigences relatives aux données de modélisation nécessaires pour le calcul de courants DC lors des orages géomagnétiques. Révision des gabarits présentés aux annexes 1, 4 et 6 | 30 mars 2017 |

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 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 Web 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 |
|----------------|---|--|
| FAC-014-2 | 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. |
| PRC-002-2 | 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. |
| PRC-006-2 | 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. |
| PRC-006-NPCC-1 | Délestage de charge en sous-fréquence automatique | Élaboration et évaluation périodique du programme de délestage en sous-fréquence (DSF). |
| PRC-010-2 | 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. |
| PRC-023-4 | 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. |
| PRC-026-1 | 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. |
| TPL-001-4 | 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 signalées. |
| TPL-007-1 | 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 |
|-----------|--|---|
| EOP-005-2 | 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 |
|------------|---|--|
| FAC-014-2 | 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). |
| MOD-029-2a | 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 sujet 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 Entités fonctionnelles de l'Interconnexion du Québec

Les entités fonctionnelles 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 – Entités fonctionnelles de l'Interconnexion du Québec

| Entités fonctionnelles ¹ | Application | Rôle dans la modélisation du réseau électrique |
|--|---|--|
| Propriétaires d'installation de production (GO) | Tous propriétaires d'installations de production (hydroélectriques, à biomasse, à combustible fossile et éoliennes) raccordées au réseau de transport | Fournir les données de modélisation des installations de production et l'information sur les retraits de production. |
| Responsable de l'approvisionnement (LSE) ou Distributeur (DP) | Hydro-Québec Distribution (HQD) | Fournir les données de modélisation de la demande d'énergie électrique. |
| Coordonnateur ou responsable de la planification (PC) | 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). |
| Planificateur des ressources (RP) | Hydro-Québec Distribution (HQD) | Fournir l'information sur la programmation des groupes de production d'après les obligations contractuelles côté charge. |
| Propriétaires d'installation de transport (TO) | Tous propriétaires 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. |
| Planificateurs de réseau de transport (TP) | Hydro-Québec TransÉnergie – <i>Direction – Planification</i> | Utiliser les cas de base pour des études de réseau. |
| Fournisseurs de services de transport (TSP) | 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.

¹ La liste complète des entités visées de l'Interconnexion du Québec est disponible sur le site de la Régie de l'énergie : http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/NormesFiabiliteTransportElectricite/FR-R-3952-2015-B-0048-Demande-PieceRev-2016_07_29.pdf.

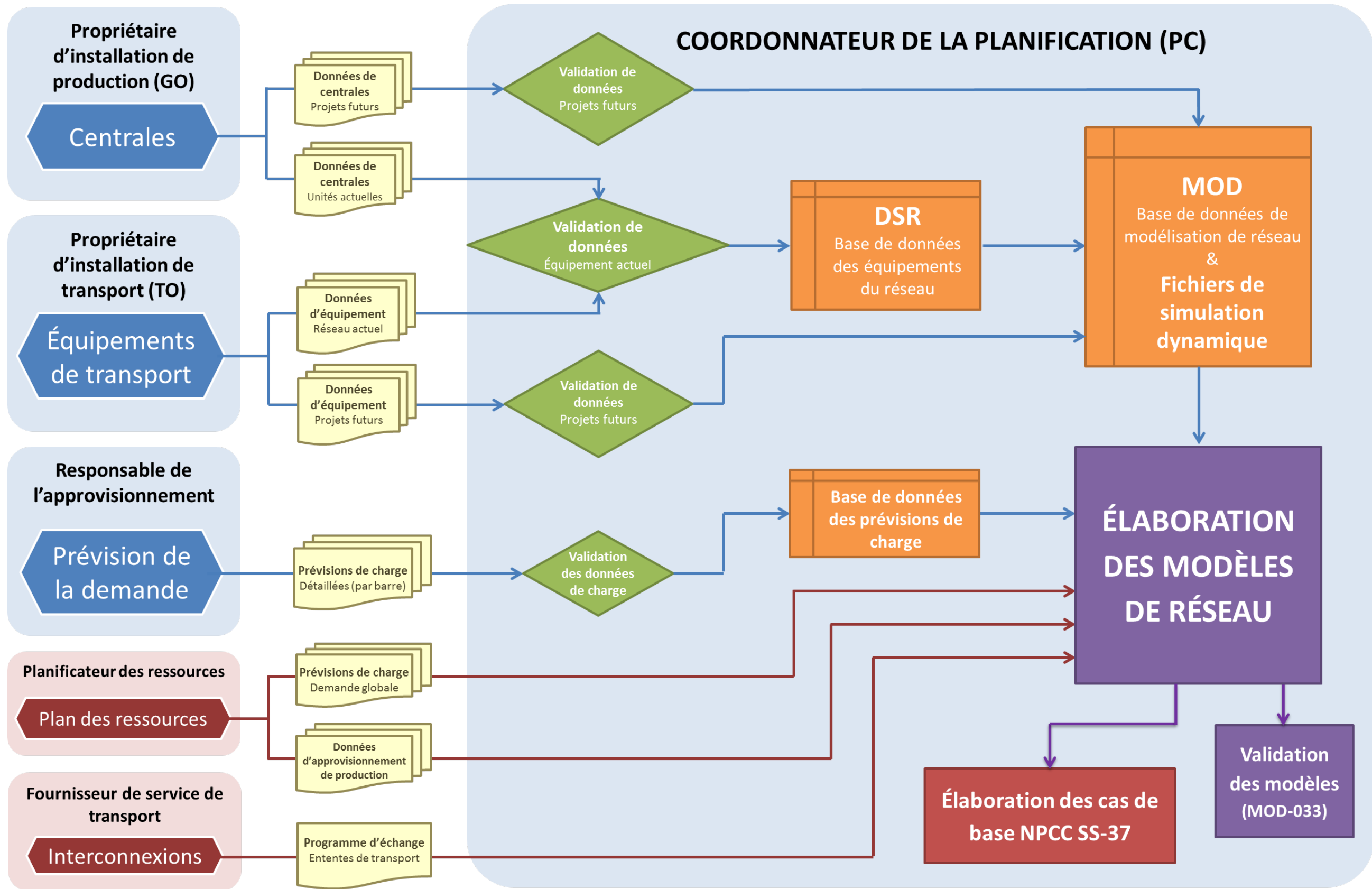


Figure 1 – Flux des données de modélisation utilisées par le coordonnateur de la planification

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 pour chaque barre du réseau desservant une charge, 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.

2.3.4 Calendrier d'élaboration des modèles de réseau

Les données de modélisation produites par les activités décrites ci-dessus sont assemblées pendant le processus d'élaboration des modèles de réseau selon le calendrier illustré à la figure suivante.

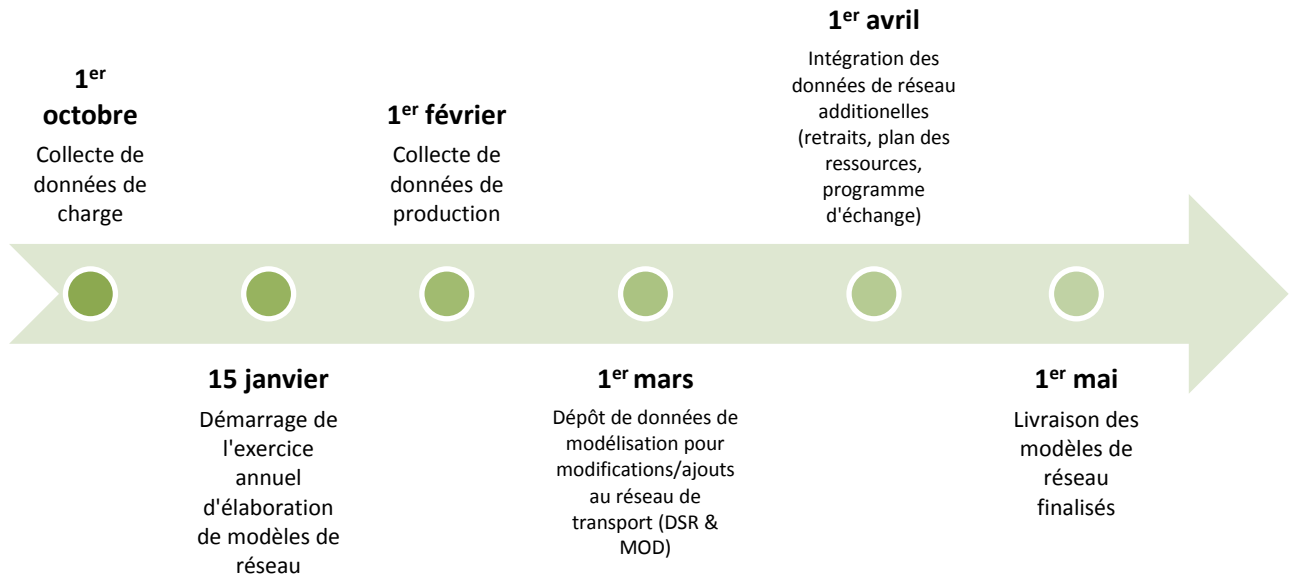


Figure 2 – Calendrier du processus d'élaboration des modèles de réseau

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 au cours de la période entre l'étude d'impact et la mise en service d'une nouvelle centrale : 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 par biais 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/exigence_raccordement_fev_09.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. En général, les GO doivent fournir les données de modélisation en régime permanent des installations de production existantes et projetées conformément à l'annexe A des *Exigences de raccordement d'HQT*.
- ii. 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"> • Type de production (hydraulique, thermique, éolienne, etc.) • Capacité de puissance active (valeurs maximale et minimale en MW) • Capacité de puissance réactive (valeurs maximale et minimale en Mvar) |

| Équipement de production | Données de modélisation en régime permanent |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Puissance de base (MVA) • Caractéristiques assignées • Tension de barre régulée et consigne de tension du groupe • Impédances de mise à la terre des machines • État de service |
| Transformateurs éleveurs de centrale ¹ | <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de transformateurs • Tension nominale des enroulements (kV) • Puissance nominale (MVA) • Puissances nominales (MVA) avec mode de refroidissement correspondant • Caractéristiques assignées • Résistances d'enroulement et impédances de séquence directe (ohms ou p.u.) • Couplage (connexion des enroulements) • Nombre de positions de prise (kV ou p.u.) • Rapports de prise (tension ou déphasage) • Plage de régulation (positions de prise minimale et maximale) • Barre régulée (pour transformateur-régulateur) • État de service |
| Équipements de réseau collecteur de parc éolien | <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres d'impédance des lignes (ohms ou p.u.) • Admittance des lignes (siemens ou p.u.) • Capacité des lignes (MVA ou A) • Caractéristiques assignées des lignes • 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 |

- iii. Pour les installations de production projetées, les GO doivent indiquer la date de mise en service prévue.
- iv. 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).
- v. 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 ;

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

- 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).

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

- i. En général, les GO doivent fournir les données de modélisation en régime dynamique et de court-circuit pour les installations de production existantes et projetées, conformément aux annexes A et B des *Exigences de raccordement d'HQT*
- ii. 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 (« Feul 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).
- iii. Tous les modèles servant à reproduire le régime dynamique de comportement d'une centrale (ci-après, « modèles dynamiques ») transmis au PC doivent être basés sur des modèles standards IEEE et être compatibles avec la version courante 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.

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.

Une liste de modèles dynamiques standards de PSS/E ainsi qu'une liste de tous les modèles usagers approuvés par le PC pour les simulations dynamiques sont présentées à l'**annexe 2** du présent document.

- iv. Modèles usagers
 - a) Si aucun modèle dynamique standard PSS/E ou IEEE compatible ne convient, le producteur peut fournir des modèles créés par l'utilisateur (modèles usagers), aussi appelés des modèles « boîtes noires ». On entend par 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.
 - 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 GO doivent aussi présenter des résultats d'essai de conformité attestant que le modèle représente fidèlement le comportement dynamique du dispositif modélisé. Les GO doivent soumettre ces modèles à des essais de conformité à intervalles de 10 ans.
- 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 centrales éoliennes, les exigences suivantes s'appliquent :
- Une validation des modèles d'éolienne doit être effectuée conformément au document *Procédure de validation pour les modèles PSS/E*, consultable sur le site Web de HQT à l'adresse suivante :
- <http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/procedure-validation-modeles-psse.pdf>.
- Des scénarios de base d'essai sont également téléchargeables sur le site Web de HQT à l'adresse suivante :
- <http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/zip/procedure-validation-eolien-v32.zip>.
- Le modèle usager doit permettre de représenter les parcs éoliens sous la forme d'un seul groupe de production 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, 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 2**.
- v. 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.).
- vi. 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.
- vii. Pour ce qui est de la protection de surfréquence et de sous-fréquence des centrales, tous les GO doivent fournir les données relatives aux réglages des relais de surfréquence et de sous-fréquence, conformément à la norme NERC [PRC-006-2](#), *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 un des formats suivants :
- **Format tableau** – Les modèles de bibliothèque dynamique PSS/E sont indiqués et tous les paramètres de modèle correspondants sont 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 RAW et DYR** – Les modèles dynamiques standard de PSS/E sont indiqués et tous les paramètres en régimes permanent et dynamique correspondants sont fournis dans des fichiers RAW 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 RAW 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'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 au chapitre 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. Ces données sont généralement fournies au PC et aux TP environ 3 à 5 ans avant la mise en service du projet. 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 |
|---|--|
| Jeux de barres | <ul style="list-style-type: none"> • Schéma unifilaire du poste • Numéro de barre et libellé alphanumérique • Caractéristiques assignées • Tension nominale • Type de barre (barre de poste, de charge ou d'installation de production) • Région, zone et propriétaire • Poste ou ligne associé |
| Lignes de transport à courant alternatif | <ul style="list-style-type: none"> • Postes ou barres de départ et d'arrivée • Longueur de la ligne (km) • Paramètres d'impédance, R et X (ohms ou p.u.) • Susceptance, B (siemens ou p.u.) • Caractéristiques assignées en conditions normales et d'urgences² • Capacité thermique (MVA ou A) à -20 °C, 0 °C et 30 °C • État de service |
| Réseaux de transport à courant continu (lignes c.c. et postes de conversion) | <ul style="list-style-type: none"> • Postes ou barres de départ et d'arrivée • Longueur de la ligne c.c. (km) • Impédances de ligne c.c. et autres données (tension, R_{comp}-Ohms, V_{cmode}, CCC I_{tmax}, R_{dc}-Ohms, Δ_{cti}, Δ_{cvmin}, CCC Accel) • 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 de commutation, réglages de prise max. et min., incrément de prise) |

² Caractéristiques assignées déterminées selon la méthodologie FAC-008

| Élément de réseau de transport | Données de modélisation en régime permanent |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> État de service |
| Transformateurs (de tension et déphaseurs) | <ul style="list-style-type: none"> Emplacement du transformateur (nom du poste) Nom du transformateur (numéro d'identification) et numéro de position Tensions nominales d'enroulements primaire, secondaire et tertiaire (kV) Caractéristiques assignées en conditions normales et d'urgences³ Puissances nominales (MVA) avec mode de refroidissement correspondant, soit à -20 °C, 0 °C et 30 °C Résistances d'enroulement et impédances de séquence directe, R et X (ohms ou p.u.) Admittance G et susceptance B de magnétisation (p.u.) Couplage (connexion des enroulements) Nombre de positions de prise (kV ou p.u.) Rapports de prise (tension ou déphasage) Plage de régulation (positions de prise minimale et maximale) Barre régulée (pour transformateur-régulateur) État de service |
| Disjoncteurs | <ul style="list-style-type: none"> Emplacement du disjoncteur (nom du poste) Nom du disjoncteur (numéro d'identification) et numéro de position Caractéristiques assignées Tension nominale (kV) Données de fabrication (fabricant, année et norme de conception) Pouvoir de coupure, courant symétrique et asymétrique (kA) Rapport X/R du disjoncteur |
| Équipements de compensation réactive shunt (condensateurs et inductances) | <ul style="list-style-type: none"> Emplacement du dispositif shunt (nom du poste) Nom du dispositif shunt (numéro d'identification) et numéro de position Nombre de condensateurs et de réactances dans le dispositif Capacité de puissance réactive de chaque condensateur et réactance (Mvar) Caractéristiques assignées Tension nominale (kV) Limites de la plage de tension régulée (kV) Mode de compensation (fixe, à paliers, continu, etc.) Barre régulée État de service |
| Équipements de compensation réactive série | <ul style="list-style-type: none"> Emplacement du condensateur série (nom du poste et ligne de transport compensée) Nom du condensateur série |

³ Caractéristiques assignées déterminées selon la méthodologie FAC-008

| Élément de réseau de transport | Données de modélisation en régime permanent |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Type de dispositif • Tension nominale (kV) • Impédance unitaire (p.u. ou ohms) • Admittance unitaire (p.u. ou siemens) • Compensation de puissance réactive (%) • Caractéristiques assignées • Capacité de puissance réactive (MVA) • Facteur de surcharge • État de service |
| <p>Compensateurs statiques et synchrones</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Emplacement du compensateur statique ou du compensateur synchrone (nom du poste) • Tension nominale (kV) • Puissance de base de la machine • Caractéristiques assignées • Limites de puissance réactive (Mvar) • Barre régulée • Consigne de tension (p.u. ou kV) • État de service |

- iii. L'attribution des numéros de barre et les données associées doivent être conformes aux conventions de numérotation et de dénomination de barres du PC, présentées au tableau ci-dessous.

Tableau 6 – Conventions de numérotation et de dénomination des barres de HQT

| Donnée de barre | Conventions de numérotation et de dénomination |
|-------------------------------|--|
| <p>Numéro de barre</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Les numéros de barres doivent être distinctifs (numéros uniques) pour toutes les barres de l'Interconnexion du Québec. • Les numéros de barres doivent être attribués selon les plages assignées présentées à l'annexe 5. |
| <p>Nom de barre</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Les noms de barres sont les noms descriptifs donnés aux barres dans PSS/E. • Les noms de barres doivent être distinctifs pour toutes les barres de l'Interconnexion du Québec et ne doivent pas dépasser 8 caractères (lettres, chiffres et tiret). • Par convention, les noms de barres doivent respecter le format suivant : <p style="text-align: center;">ABC123-1 ou ABC123-A</p> <p>En général, les trois premiers caractères sont des lettres évoquant le nom du poste où se trouve la barre ; les trois caractères suivants sont des chiffres indiquant le niveau de tension nominale de la barre. On peut ajouter à la fin du nom un tiret suivi d'un chiffre ou d'une lettre afin de différencier plusieurs barres dont les 6 premiers caractères sont identiques.</p> <p>Par exemple, selon la présente convention, les noms PSS/E de deux barres à 315 kV au poste de Duvernay seraient DUV315-1 et</p> |

| Donnée de barre | Conventions de numérotage et de dénomination |
|------------------------------|---|
| | DUV315-2. |
| Emplacement de barres | <ul style="list-style-type: none"> • Pour chaque barre du réseau de transport, un numéro de région, un numéro de zone et un nom ou numéro de propriétaire doivent être assignés. • Le mot « région » désigne la région du NPCC où est située la barre. Par exemple, les barres du réseau de transport de HQT sont situées dans la région HQT, qui porte le numéro 104. • Le mot « zone » désigne la zone géographique à l'intérieur de l'Interconnexion du Québec. • Le mot « propriétaire » désigne le propriétaire d'installation de transport qui est responsable de la barre. • Une liste complète de tous les codes de région et de zone est présentée à l'annexe 5. |

- iv. Les propriétaires d'installation de transport doivent aussi fournir l'information sur les charges auxiliaires des postes existants, en spécifiant les valeurs de puissance active (MW) et réactive (Mvar) des charges associées à chaque poste.
- v. 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.
- vi. 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 régimes 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 |
|---|--|
| Lignes de transport à courant alternatif | <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres d'impédance homopolaire, R et X (ohms ou p.u.) • Susceptance homopolaire, B (siemens ou p.u.) |
| Réseaux de transport à courant continu (lignes c.c. et postes de conversion) | <ul style="list-style-type: none"> • Modèle dynamique de ligne c.c. et paramètres associés • Modèle dynamique de convertisseur c.c. et paramètres associés |
| Transformateurs (de tension et déphaseurs) | <ul style="list-style-type: none"> • Couplage des enroulements • Paramètres d'impédance homopolaire, R et X (ohms ou p.u.) • Impédances homopolaires de mise à la terre, R_G et X_G (ohms ou p.u.) |
| Équipements de compensation réactive shunt (condensateurs et inductances) | <ul style="list-style-type: none"> • Admittances shunt homopolaires, G et B (p.u.) |
| Équipements de compensation réactive série | <ul style="list-style-type: none"> • Impédances homopolaires, R et X (p.u. ou ohms) • Admittance homopolaire, B (p.u. ou siemens) • Admittance unitaire (p.u. ou siemens) |
| Compensateurs statiques et synchrones | <ul style="list-style-type: none"> • Impédances de composante directe de machine, R_1 et X_1 (p.u.) • Impédances de composante inverse de machine, R_2 et X_2 (p.u.) • Impédances homopolaires de machine, R_0 et X_0 (p.u.) • Modèle dynamique de compensateur statique et paramètres associés • Modèle dynamique de compensateur synchrone et paramètres associés |
| Automatismes de réseau | <ul style="list-style-type: none"> • Modèle dynamique d'automatisme de réseau et paramètres associés |

- iii. Tous les modèles dynamiques transmis au PC doivent être basés sur des modèles standards IEEE et être compatibles avec la version courante du logiciel PSS/E (Power System Simulator for Engineers), 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.

Une liste de modèles dynamiques standards de PSS/E ainsi qu'une liste de tous les modèles usagers approuvés par le PC pour les simulations dynamiques sont présentées à l'**annexe 2** 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.
 - 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**.

- v. Lorsqu'ils fournissent les paramètres de modèle, les TO doivent indiquer la source des données (fiche technique du fabricant, valeurs mesurées, valeurs théoriques types ou estimatives, etc.).
- vi. 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.
- vii. 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 au norme NERC 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 |
|--|---|
| Poste de transport | <ul style="list-style-type: none"> • Résistance de grille du poste (Ohms) • Coordonnées géographiques du poste <ul style="list-style-type: none"> • latitude (positive pour le Nord et négative pour le Sud) • longitude (positive pour l'Est et négative pour l'Ouest) |
| Lignes de transport | <ul style="list-style-type: none"> • Résistance DC (Ohms/phase) • Coordonnée des points de dérivation de la ligne <ul style="list-style-type: none"> • latitude (positive pour le Nord et négative pour le Sud) • longitude (positive pour l'Est et négative pour l'Ouest) • Présence de câbles de garde et de contrepoids |
| Transformateurs (de tension et déphaseurs) (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"> • Résistance DC (Ohms/phase) pour chaque enroulement • Core design <ul style="list-style-type: none"> ○ Three phase shell ○ Single core ○ 3-phase 3-legged ○ 3-phase 5-legged etc... • Coefficient reliant les pertes en puissance réactive en fonction du courant DC dans le transformateur (K factor) • Résistance de la mise à la terre (Ohms) • Présence de mécanisme de blocage de courant dc dans le neutre |
| Réactance shunt | <ul style="list-style-type: none"> • Resistance DC de l'enroulement (Ohms/phase) • Résistance de la mise à la terre (Ohms) |

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 un des formats suivants :
 - **Format tableau** – Les modèles dynamiques PSS/E sont indiqués et tous les paramètres de modèle correspondants sont fournis en format tableau.
 - **Rapports d’essai du fabricant** – Les paramètres de modélisation peuvent être transmis sous la forme de rapports qui présentent les résultats d’essais de conformité technique du fabricant.
 - **Fiches techniques de modèles PSS/E** – Les TO qui utilisent des modèles dynamiques standards de PSS/E peuvent aussi choisir de soumettre leurs paramètres de modélisation au moyen des fiches techniques de modèle PSS/E correspondantes. Ces fiches techniques seront fournies au TO sur demande. Un exemple de fiche technique de modèle standard PSS/E est présenté à l’**annexe 3**.
 - **Formats PSS/E RAW et DYR** – Les modèles dynamiques standards de PSS/E sont indiqués et tous les paramètres en régimes permanent et dynamique correspondants sont fournis dans des fichiers RAW et DYR, respectivement.
 - **Format PSS®MOD Siemens** – Ce format de déclaration des données s’applique uniquement à HQT. Pour les projets futurs ou les modifications d’installations existantes, les données doivent être transmises au PC sous la forme de fichiers MOD *.prj ou être versées directement dans la base de données MOD de HQT au moyen de son application en ligne, accessible à l’adresse suivante :
<http://131.195.100.81/MODWeb/login.aspx?ReturnUrl=%2fmodweb%2fDefault.aspx>.
- 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 RAW 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) ou le distributeur associé (DP), 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

- i. Les données de charge en régime permanent doivent être transmises au PC, et doivent comprendre des données prévisionnelles de demande totale à chaque barre desservant une charge, et ce pour chaque année de prévision de la demande.
- ii. Le LSE doit aussi fournir des prévisions de la demande globale pour toute Interconnexion du Québec, en additionnant les données de charge des postes, des installations de client et des services auxiliaires de poste.
- iii. Les prévisions de la demande doivent être préparées et transmises au PC conformément aux ententes sectorielles n^{os} 1, 3 et 6 entre HQT et HQD, consultables pour les entités à l’interne d’Hydro-Québec à l’adresse http://transenergie.hydro.qc.ca/planification_expertise_aff_reglementaires/528.htm, et conformément aux normes MOD-020 et MOD-031 de la NERC.

Le tableau ci-dessous résume les exigences relatives aux données en régime permanent indiquées dans les ententes HQT-HQD pour les charges modélisées aux barres de poste satellite représentant des départs de ligne de distribution (moins de 44 kV), ainsi que pour les charges qui représentent des installations de client (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 modélisées aux barres de poste satellite à moins de 44 kV (prévision sur 15 ans ⁴) | Charges des installations de client modélisées aux barres à plus de 44 kV (prévision sur 10 ans) |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Numéro de barre ▪ Nom du poste ▪ Puissance active (MW) ▪ Puissance réactive (Mvar) ▪ Puissance apparente de la charge (MVA) ▪ Puissance (MVA) et tension (kV) nominales des équipements de compensation de puissance réactive côté basse tension | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Numéro de barre ▪ Nom de l'installation de client ▪ Puissance active attendue (MW) ▪ Puissance apparente de la charge totale (MVA) ▪ État de service de la charge ▪ Nombre de condensateurs et de réactances shunt ▪ Puissance (MVA) et tension (kV) nominales de chaque équipement de compensation de puissance réactive ▪ État de service des équipements de compensation de puissance réactive ▪ Quantité de charge interruptible |

iv. En général, les données de charge transmises au PC doivent refléter les prévisions de demande suivantes, préparées annuellement :

- une prévision de demande agrégée (par barre) 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 globale agrégée (par barre) sur 15 ans pour tous les postes desservant la charge constituée de réseaux de distribution municipaux indépendants, dont la tension à la barre secondaire est inférieure à 44 kV ;
- une prévision de demande sur 10 ans pour les installations de client industriel 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 pour les trois catégories ci-dessus.

v. 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 ;

⁴ L'horizon de 15 ans dépasse celui prévu à la norme MOD-031 tel que convenu par lettre d'entente entre HQT et HQD.

- creux de charge estivale.
- vi. Conformément à la section 1 de l'entente HQT-HQD n° 1 – Volet 2, HQD doit aussi fournir l'historique des charges à la pointe normalisées sur cinq ans.
- vii. Conformément à la norme PRC-006-NPCC-01⁵, HQD doit fournir les données mesurées à la pointe de charge concidente précédente à chaque départ de poste satellite desservant la charge.
- viii. 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.
- ix. 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.
- 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 Exigence R12

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 semblable aux exemples présentés à l'**annexe 1**, conformément aux sections 2 et 4 de l'entente HQT-HQD n° 1 – Volet 2.
- 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 RAW 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 programmes de charges interruptibles ainsi que les détails de tout programme de charges modulables (DCLM – Direct Control Load Management).
- iii. Ces données doivent être préparées et transmises au PC conformément aux ententes sectorielles HQT-HQD n^{os} 1, 3 et 6, consultables pour les entités à l'interne d'Hydro-Québec à l'adresse suivante : http://transenergie.hydro.qc.ca/planification_expertise_aff_reglementaires/528.htm.

6.1.2 Format des données

- i. Les données sur les ressources doivent être transmises sous forme de tableau Excel, conformément aux ententes HQT-HQD susmentionnées.

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 ententes de transport de point à point, les réservations de transport et les transactions au comptant 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 disponible 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 transigée (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 semblable à l'exemple de l'**annexe 6**.

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 : te_donneesdemodelisation@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. Les TO qui appartiennent à HQT peuvent aussi soumettre leurs données de modélisation au moyen du logiciel de stockage de fichiers d'Hydro-Québec *HydroDoc (Enterprise Connect)*, ou verser les données de projets futurs directement dans la base de données MOD au moyen de son application en ligne, accessible à l'adresse suivante : <http://131.195.100.81/MODWeb/login.aspx?ReturnUrl=%2fmodweb%2fDefault.aspx>.
- iv. Processus de recertification

Comme il est indiqué aux sections 3.1 et 4.1 du présent document, les GO et les TO doivent non seulement déclarer les ajouts ou changements aux données de modélisation, mais ils doivent aussi recertifier chaque année que leurs données de modélisation d'installations existantes, si elles n'ont pas changé, sont toujours valides. Cette recertification consiste à fournir de nouveau toutes les données de modélisation requises, ou encore à certifier par écrit que ces données n'ont pas changé par rapport à l'année précédente. Le processus de recertification est le suivant :

- **Demande de recertification** – Chaque année, le PC envoie aux GO et aux TO un courriel dans lequel il leur demande de recertifier les données de modélisation des installations de production et des équipements de transport existants 90 jours civils avant l'échéance de déclaration des données. La demande de recertification du PC est accompagnée de l'information de modélisation détenue par le PC dans les bases de données DSR et MOD.
- **Réponse de recertification** – La recertification des données de modélisation ou l'indication de changements dans ces données doit être transmise au PC avant l'échéance de déclaration des données. Les GO et les TO doivent indiquer tous les changements ou mises à jour dans les données de modélisation (y compris toute mise à jour de compatibilité avec les versions récentes de PSS/E) et soumettre ces changements conformément aux chapitres 3 et 4 du présent document. Si les données de modélisation n'ont pas changé, les GO et les TO doivent confirmer par

écrit qu'aucun changement n'est à signaler et que les données de modélisation existantes demeurent valides.

- v. Questions et observations techniques sur les données de modélisation transmises
- a) Si les données transmises soulèvent des doutes quant à des lacunes techniques possibles, l'entité concernée (GO, TO, LSE, RP, etc.) reçoit un avis écrit du PC ou d'un TP qui lui explique en quoi consistent les lacunes en question.
 - b) Chaque entité ainsi avisée doit répondre au PC ou au TP comme suit :
 - fournir soit des données modifiées, soit une justification technique du maintien en l'état des données transmises ;
 - transmettre sa réponse dans un délai de 90 jours civils après réception de l'avis, sauf si un délai plus long est convenu avec le PC ou le TP.

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 de déclaration |
|---|--|--|-------------------------------|
| Données de demande globale | Prévision de pointe hivernale en régime permanent | Responsable de l'approvisionnement | 1^{er} juin |
| | Prévisions de pointe estivale et de creux de charge estivale en régime permanent | Responsable de l'approvisionnement | 1^{er} octobre |
| | Prévision de demande des clients industriels en régime permanent | Responsable de l'approvisionnement | 1^{er} octobre |
| | Prévision de demande totale du réseau | Planificateur des ressources | 1^{er} octobre |
| Données de production | Recertification des données de modélisation en régimes permanent, dynamique et de court-circuit pour les centrales existantes | Propriétaires d'installation de production | 1^{er} février |
| | Données de modélisation en régimes permanent, dynamique et de court-circuit pour les projets de production futurs | Propriétaires d'installation de production | 1^{er} février |
| | Programme des retraits d'installations de production | Propriétaires d'installation de production | 1^{er} avril |
| Données sur les équipements de transport | Recertification des données de modélisation en régimes permanent, dynamique et de court-circuit pour les équipements existants | Propriétaires d'installation de transport | 1^{er} mars |

| Données de modélisation | Description des livrables | Entité fonctionnelle responsable | Date de déclaration |
|--|--|--|-----------------------|
| | 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 ^{er} mars |
| | Programme des retraits d'équipement de transport | Coordonnateur de la fiabilité | 1 ^{er} avril |
| Information complémentaire sur le réseau électrique | Données du plan des ressources | Planificateur des ressources | 1 ^{er} avril |
| | Données sur les échanges inter-réseaux | Fournisseur de service de transport | 1 ^{er} avril |

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>

RÉFÉRENCES

- [1] *Données pour la modélisation et l'analyse des réseaux électriques*, norme de fiabilité MOD-032-1 de la NERC, 2015.
- [2] *Délestage en sous-fréquence automatique*, norme PRC-006-2 de la NERC, 2015.
- [3] *Données relatives à la demande et à l'énergie disponible*, norme de fiabilité MOD-031-2 de la NERC, 2016.
- [4] F. Bélanger, ing. *Mise à jour des réseaux planifiés*. Hydro-Québec TransÉnergie, Montréal (Québec), septembre 2015.
- [5] Hydro-Québec TransÉnergie (juillet 2012). *Démarche à suivre pour un raccordement de centrale au réseau d'Hydro-Québec*. [En ligne] <http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/demarche-a-suivre-2012.pdf>
- [6] Hydro-Québec TransÉnergie (février 2009). *Exigences techniques du transporteur relatives au raccordement des centrales électriques au réseau d'Hydro-Québec*. [En ligne] http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/exigence_raccordement_fev_09.pdf
- [7] Hydro-Québec TransÉnergie (février 2011). *Programme général des essais de validation des centrales éoliennes raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec*. [En ligne] <http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/essais-eoliennes2011-fr.pdf>
- [8] Hydro-Québec TransÉnergie (avril 2014). *Procédure de validation pour les modèles PSS/E*. [En ligne] <http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/procedure-validation-modeles-psse.pdf>
- [9] Hydro-Québec TransÉnergie (décembre 2008). *Exigences techniques pour les installations de client raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec*. [En ligne] http://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/commerce/pdf/ex_inst_client.pdf
- [10] Ententes sectorielles HQ Distribution/HQ TransÉnergie [En ligne] Serveur FTP : transport.hydro.qc.ca ; répertoire : commerce/commerce/ ; fichier : FBack_ententes_sect.htm
- [11] Siemens Energy Inc. (octobre 2010). Bibliothèque de modèles PSSE 32.05. [En ligne] Serveur FTP : transport.hydro.qc.ca ; répertoire : PTI/PSSE32/DOCS/ModelLibrary ; fichier : MODELS.pdf
- [12] Siemens Energy Inc. (octobre 2010). Guide d'utilisation du programme PSSE 32.05. [En ligne] Serveur FTP : transport.hydro.qc.ca ; répertoire : PTI/PSSE32/DOCS/POM ; fichier : POM.pdf

ANNEXE 1 – Exemples de tableaux de déclaration des données de charge

Gabarit pour la prévision de la demande globale

Prévision de la charge locale à la pointe hivernale (MW)

Année de prévision: **2017**

| | PRÉVISION DE CHARGE (MW) | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 2016-17 | 2017-18 | 2018-19 | 2019-20 | 2020-21 | 2021-22 | 2022-23 | 2023-24 | 2024-25 | 2025-26 | 2026-27 |
| Besoins réguliers du Distributeur ¹ | 37 892 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - Consommation des centrales HQP dans BRD | 74 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| = Charge locale du Transporteur | 37 818 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Croissance annuelle en % | 375 | | | | | | | | | | |
| 1.0% | 92 | | | | | | | | | | |
| dont Alcan | | | | | | | | | | | |

¹ La définition des besoins réguliers du Distributeur (BRD) se limite aux besoins des clients desservis par le réseau de TransÉnergie (exclusion des besoins des réseaux autonomes). Les BRD incluent la consommation des centrales d'HQP associée à l'électricité patrimoniale. Ils sont après effacement de la bi-énergie résidentielle (tarif DT) et avant interruptions chez les clients de la Grande entreprise.

ANNEXE 2 – Liste des modèles en régime dynamique approuvés

A2.1 Modèles de bibliothèque standards

| Nom du modèle | Description du modèle | Développeur |
|--|--|-------------|
| Modèles de groupe de production | | |
| CBEST | Modèle FACTS de stockage d'énergie par batterie EPRI | Siemens-PTI |
| CDSMS1 | Modèle de dispositif DSMES American Superconductor | Siemens-PTI |
| CGEN1 | Modèle de groupe de production de troisième ordre | Siemens-PTI |
| CIMTR1 | Modèle de génératrice asynchrone avec transitoires de flux rotorique | Siemens-PTI |
| CIMTR2 | Modèle de moteur à induction avec transitoires de flux rotorique | Siemens-PTI |
| CIMTR3 | Modèle de génératrice asynchrone avec transitoires de flux rotorique | Siemens-PTI |
| CIMTR4 | Modèle de moteur à induction avec transitoires de flux rotorique | Siemens-PTI |
| CSMEST | Modèle FACTS de stockage magnétique par bobine supraconductrice EPRI | Siemens-PTI |
| CSTATT | Modèle FACTS de compensateur statique | Siemens-PTI |
| CSVGN1 | Modèle de générateur réactif à thyristors | Siemens-PTI |
| CSVGN3 | Modèle de générateur réactif à thyristors | Siemens-PTI |
| CSVGN4 | Modèle de générateur réactif à thyristors | Siemens-PTI |
| CSVGN5 | Modèle de générateur réactif WECC | Siemens-PTI |
| CSVGN6 | Modèle de générateur réactif WECC | Siemens-PTI |
| FRECHG | Modèle de changeur de fréquence à pôles saillants | Siemens-PTI |
| GENCLS | Modèle de génératrice classique | Siemens-PTI |
| GENDCO | Modèle d'alternateur à pôles lisses avec couple de décalage c.c. | Siemens-PTI |
| GENROE | Modèle d'alternateur à pôles lisses | Siemens-PTI |
| GENROU | Modèle d'alternateur à pôles lisses | Siemens-PTI |
| GENSAE | Modèle d'alternateur à pôles saillants | Siemens-PTI |
| GENSAL | Modèle d'alternateur à pôles saillants | Siemens-PTI |
| GENTRA | Modèle d'alternateur de niveau transitoire | Siemens-PTI |
| Modèles de compensateur | | |
| COMP | Modèle de compensation à régulateur de tension | Siemens-PTI |
| COMPCC | Modèle de compensation de machine à deux lignes d'arbres | Siemens-PTI |
| IEEEVC | Modèle de compensation de tension IEEE 1981 | Siemens-PTI |
| REMCMP | Modèle de signal de tension de jeu de barres distant | Siemens-PTI |
| Modèles de stabilisateur | | |
| BEPSST | Modèle de stabilisateur à excitation transitoire accrue | Siemens-PTI |
| IEE2ST | Modèle de stabilisateur de réseau électrique à deux signaux d'entrée | Siemens-PTI |
| IEEEST | Modèle de stabilisateur de réseau électrique IEEE 1981 | Siemens-PTI |
| IVOST | Modèle de stabilisateur IVO | Siemens-PTI |
| OSTB2T | Stabilisateur de réseau électrique delta-oméga Ontario Hydro | Siemens-PTI |
| OSTB5T | Stabilisateur de réseau électrique delta-oméga Ontario Hydro | Siemens-PTI |

| | | |
|--|---|-------------|
| PSS1A | Modèle de stabilisateur à une entrée IEEE 421.5 2005 PSS1A | Siemens-PTI |
| PSS2A | Modèle de stabilisateur à deux entrées IEEE 1992 type PSS2A | Siemens-PTI |
| PSS2B | Modèle de stabilisateur à deux entrées IEEE 421.5 2005 PSS2B | Siemens-PTI |
| PSS3B | Modèle de stabilisateur à deux entrées IEEE 421.5 2005 PSS3B | Siemens-PTI |
| PSS4B | Modèle de stabilisateur à deux entrées IEEE 421.5 (2005) | Siemens-PTI |
| PTIST1 | Modèle de stabilisateur à microprocesseur PTI | Siemens-PTI |
| PTIST3 | Modèle de stabilisateur à microprocesseur PTI | Siemens-PTI |
| ST2CUT | Modèle de stabilisateur de réseau électrique à deux signaux d'entrée | Siemens-PTI |
| STAB1 | Modèle de stabilisateur sensible à la vitesse | Siemens-PTI |
| STAB2A | Modèle de stabilisateur sensible à la puissance ASEA | Siemens-PTI |
| STAB3 | Modèle de stabilisateur sensible à la puissance | Siemens-PTI |
| STAB4 | Modèle de stabilisateur sensible à la puissance | Siemens-PTI |
| STABNI | Modèle de stabilisateur sensible à la puissance type NI (NVE) | Siemens-PTI |
| STBSVC | Signal supplémentaire WECC pour compensateur statique | Siemens-PTI |
| Modèles de système d'excitation | | |
| AC7B | Système d'excitation IEEE 421.5 2005 AC7B | Siemens-PTI |
| AC8B | Système d'excitation IEEE 421.5 2005 AC8B | Siemens-PTI |
| BBSEX1 | Modèle de système d'excitation statique Brown-Boveri | Siemens-PTI |
| BUDCZT | Modèle de système d'excitation proportionnel-intégral tchèque | Siemens-PTI |
| CELIN | Modèle de système d'excitation sans balais ELIN | Siemens-PTI |
| DC3A | Système d'excitation IEEE 421.5 2005 DC3A | Siemens-PTI |
| DC4B | Système d'excitation IEEE 421.5 2005 DC4B | Siemens-PTI |
| EMAC1T | Modèle de système d'excitation AEP Rockport | Siemens-PTI |
| ESAC1A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type AC1A | Siemens-PTI |
| ESAC2A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type AC2A | Siemens-PTI |
| ESAC3A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type AC3A | Siemens-PTI |
| ESAC4A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type AC4A | Siemens-PTI |
| ESAC5A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type AC5A | Siemens-PTI |
| ESAC6A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type AC6A | Siemens-PTI |
| ESAC8B | Modèle Basler DECS | Siemens-PTI |
| ESDC1A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type DC1A | Siemens-PTI |
| ESDC2A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type DC2A | Siemens-PTI |
| ESST1A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type ST1A | Siemens-PTI |
| ESST2A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type ST2A | Siemens-PTI |
| ESST3A | Modèle de système d'excitation IEEE 1992 type ST3A | Siemens-PTI |
| ESST4B | Excitatrice à redresseur à commande par tension ou mixte IEEE type ST4B | Siemens-PTI |
| ESURRY | Modèle d'excitation modifié IEEE Type AC1A | Siemens-PTI |
| EX2000 | Système d'excitation EX2000 | Siemens-PTI |
| EXAC1 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type AC1 | Siemens-PTI |
| EXAC1A | Modèle de système d'excitation modifié type AC1 | Siemens-PTI |
| EXAC2 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type AC2 | Siemens-PTI |
| EXAC3 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type AC3 | Siemens-PTI |
| EXAC4 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type AC4 | Siemens-PTI |
| EXBAS | Régulateur de tension statique Basler alim. excitatrice rotative c.c. ou c.a. | Siemens-PTI |

| | | |
|---|---|-------------|
| EXDC2 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type DC2 | Siemens-PTI |
| EXELI | Modèle de système d'excitation statique PI alimenté par transformateur | Siemens-PTI |
| EXNEBB | Système d'excitation à pont à alim. par barre ou solide type NEBB (NVE) | Siemens-PTI |
| EXNI | Système d'excitation à pont à alim. par barre ou solide type NI (NVE) | Siemens-PTI |
| EXPIC1 | Modèle de système d'excitation proportionnel-intégral | Siemens-PTI |
| EXST1 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type ST1 | Siemens-PTI |
| EXST2 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type ST2 | Siemens-PTI |
| EXST2A | Modèle de système d'excitation modifié IEEE 1981 type ST2 | Siemens-PTI |
| EXST3 | Modèle de système d'excitation IEEE 1981 type ST3 | Siemens-PTI |
| IEEET1 | Modèle de système d'excitation IEEE 1968 type 1 | Siemens-PTI |
| IEEET2 | Modèle de système d'excitation IEEE 1968 type 2 | Siemens-PTI |
| IEEET3 | Modèle de système d'excitation IEEE 1968 type 3 | Siemens-PTI |
| IEEET4 | Modèle de système d'excitation IEEE 1968 type 4 | Siemens-PTI |
| IEEET5 | Modèle de système d'excitation modifié IEEE 1968 type 4 | Siemens-PTI |
| IEEEX1 | Modèles de système d'excitation IEEE 1979 type 1 et IEEE 1981 type DC1 | Siemens-PTI |
| IEEEX2 | Modèle de système d'excitation 1979 IEEE type 2 | Siemens-PTI |
| IEEEX3 | Modèle de système d'excitation 1979 IEEE type 3 | Siemens-PTI |
| IEEEX4 | Modèles de système d'excitation IEEE 1979 type 4, IEEE 1981 type DC3 et IEEE 1992 type DC3A | Siemens-PTI |
| IEET1A | Modèle de système d'excitation modifié IEEE 1968 type 1 | Siemens-PTI |
| IEET1B | Modèle de système d'excitation modifié IEEE 1968 type 1 | Siemens-PTI |
| IEET5A | Modèle de système d'excitation modifié IEEE 1968 type 4 | Siemens-PTI |
| IEEX2A | Modèle de système d'excitation IEEE 1979 type 2A | Siemens-PTI |
| IVOEX | Modèle de système d'excitation IVO | Siemens-PTI |
| OEX12T | Système d'excitation à limiteur de tension continu Ontario Hydro IEEE Type ST1 | Siemens-PTI |
| OEX3T | Système d'excitation à limiteur de tension semi-continu/actif Ontario Hydro IEEE Type ST1 | Siemens-PTI |
| REXSYS | Modèle de système d'excitation rotatif pour usage général | Siemens-PTI |
| Modèles de limiteur d'excitation | | |
| MAXEX1 | Modèle de limiteur de surexcitation | Siemens-PTI |
| MAXEX2 | Modèle de limiteur de surexcitation | Siemens-PTI |
| MNLEX1 | Modèle de limiteur de sous-excitation | Siemens-PTI |
| MNLEX2 | Modèle de limiteur de sous-excitation | Siemens-PTI |
| MNLEX3 | Modèle de limiteur de sous-excitation | Siemens-PTI |
| UEL1 | Limiteur de sous-excitation IEEE 421.5 2005 UEL1 | Siemens-PTI |
| UEL2 | Limiteur de sous-excitation IEEE 421.5 2005 UEL2 | Siemens-PTI |
| Modèles de turbine/régulateur | | |
| BBGOV1 | Modèle de turbine/régulateur Brown Boveri | Siemens-PTI |
| CRCMGV | Modèle de turbine à deux lignes d'arbres avec régulateur | Siemens-PTI |
| DEGOV | Modèle de moteur diesel/régulateur Woodward | Siemens-PTI |
| DEGOV1 | Modèle de moteur diesel/régulateur Woodward | Siemens-PTI |
| GAST | Modèle de turbine à gaz/régulateur | Siemens-PTI |
| GAST2A | Modèle de turbine à gaz/régulateur | Siemens-PTI |
| GASTWD | Modèle de turbine à gaz/régulateur | Siemens-PTI |

| | | |
|--|--|-------------|
| GGOV1 | Modèle de turbine/régulateur GE pour usage général | Siemens-PTI |
| HYGOV | Modèle de turbine hydraulique/régulateur | Siemens-PTI |
| HYGOV2 | Modèle de turbine hydraulique/régulateur | Siemens-PTI |
| HYGOVM | Modèle de turbine hydraulique/régulateur à paramètres groupés | Siemens-PTI |
| HYGOVT | Modèle de turbine hydraulique/régulateur à onde progressive | Siemens-PTI |
| IEEEG1 | Modèle de turbine/régulateur IEEE 1981 type 1 | Siemens-PTI |
| IEEEG2 | Modèle de turbine/régulateur IEEE 1981 type 2 | Siemens-PTI |
| IEEEG3 | Modèle de turbine/régulateur IEEE 1981 type 3 | Siemens-PTI |
| IEESGO | Modèle de turbine/régulateur standard IEEE 1973 | Siemens-PTI |
| IVOGO | Modèle de turbine/régulateur IVO | Siemens-PTI |
| PIDGOV | Modèle de turbine hydraulique et de régulateur de vitesse | Siemens-PTI |
| SHAF25 | Modèle d'arbre torsio-élastique à 25 masses | Siemens-PTI |
| TGOV1 | Modèle de turbine à vapeur/régulateur | Siemens-PTI |
| TGOV2 | Modèle de turbine à vapeur/régulateur avec action rapide sur les vannes | Siemens-PTI |
| TGOV3 | Mod. turbine/régulateur IEEE type 1 modifié à action rapide sur les vannes | Siemens-PTI |
| TGOV4 | Modèle de régulateur de vitesse IEEE type 1 modifié avec PLU et EVA | Siemens-PTI |
| TGOV5 | Mod. turbine/régulateur IEEE type 1 modifié avec commandes de chaudière | Siemens-PTI |
| Modèles de ligne à courant continu à deux terminaux | | |
| CDC1T | Modèle de ligne c.c. à deux terminaux | Siemens-PTI |
| CDC4T | Modèle de ligne c.c. à deux terminaux | Siemens-PTI |
| CDC6T | Modèle de ligne c.c. à deux terminaux | Siemens-PTI |
| CDC6TA | Modèle de ligne c.c. à deux terminaux | Siemens-PTI |
| CDC7T | Modèle de ligne c.c. | Siemens-PTI |
| CDCABT | Modèle de ligne c.c. ABB pour ligne Kontek | Siemens-PTI |
| CEELT | Nouveau modèle de ligne c.c. et auxiliaires Eel River, avec modèles internes suivants : CHAAUT (modèle de signal auxiliaire), CEEL2T (modèle de ligne c.c. à deux terminaux), et RUNBK (modèle de réduction de ligne c.c.) | Siemens-PTI |
| CEEL2T | Nouveau modèle de ligne c.c. Eel River | Siemens-PTI |
| Modèles de ligne à courant continu multiterminale | | |
| MTDC1T | Modèle de ligne c.c. multiterminale (à cinq convertisseurs) | Siemens-PTI |
| MTDC2T | Modèle de ligne c.c. multiterminale (à cinq convertisseurs) | Siemens-PTI |
| MTDC3T | Modèle de ligne c.c. multiterminale (à huit convertisseurs) | Siemens-PTI |
| Modèles de ligne c.c. à VSC | | |
| VSCDCT | Modèle de ligne à courant continu à VSC à deux terminaux | Siemens-PTI |
| Modèles génériques d'éolienne | | |
| WT1G1 | Génératrice à couplage direct (type 1) | Siemens-PTI |
| WT2G1 | Génératrice asynchrone avec résistance rotorique externe commandée (type 2) | Siemens-PTI |
| WT3G1 | Génératrice asynchrone à double alimentation (type 3) | Siemens-PTI |
| WT3G2U | Génératrice asynchrone à double alimentation (type 3), version 2 | Siemens-PTI |
| WT4G1 | Modèle d'éolienne avec convertisseur de puissance (type 4) | Siemens-PTI |
| W4G2U | Modèle d'éolienne avec convertisseur de puissance (type 4), version 2 | Siemens-PTI |
| Modèles électriques génériques d'éolienne | | |
| WT2E1 | Modèle de commande de résistance rotorique pour éolienne de type 2 | Siemens-PTI |
| WT3E1 | Commande électrique pour éolienne de type 3 | Siemens-PTI |
| WT4E1 | Modèles de commande électrique pour éolienne de type 4 | Siemens-PTI |

| | | |
|--|--|-------------|
| W4E2U | Commande électrique pour éolienne de type 4, version 2 | Siemens-PTI |
| Modèles mécaniques génériques d'éolienne | | |
| WT12T1 | Modèle de turbine à deux masses pour éoliennes de types 1 et 2 | Siemens-PTI |
| WT3T1 | Modèle de système mécanique pour éolienne de type 3 | Siemens-PTI |
| Commande générique de calage des pales | | |
| WT3P1 | Modèle de calage des pales pour éolienne de type 3 | Siemens-PTI |
| Modèle aérodynamique générique d'éolienne | | |
| WT12A1 | Modèle de pseudo-régulateur pour éoliennes de types 1 et 2 | Siemens-PTI |
| Modèle de shunt commuté | | |
| CHSVCT | Compensateur statique pour shunt commuté | Siemens-PTI |
| CSSCST | Générateur réactif statique pour shunt commuté | Siemens-PTI |
| SWSHNT | Modèle de shunt commuté | Siemens-PTI |

A2.2 Modèles usagers approuvés

| Nom du modèle | Description du modèle | Développeur |
|--|---|---------------------------|
| Modèles de stabilisateur | | |
| MBPS4S | Modèle de stabilisateur PSS usager | Hydro-Québec TransÉnergie |
| Modèles de système d'excitation | | |
| EXHQSC | Modèle usager de système d'excitation pour compensateurs synchrones | Hydro-Québec TransÉnergie |
| Modèles de limiteur d'excitation | | |
| OELHQ | Modèle usager de limiteur d'excitation (TCE) | Hydro-Québec TransÉnergie |
| Modèles de turbine-régulateur | | |
| HQRVW | Modèle usager de turbine hydraulique-régulateur | Hydro-Québec TransÉnergie |
| HQRVM | Modèle usager de turbine hydraulique-régulateur | Hydro-Québec TransÉnergie |
| HQRVN | Modèle usager de turbine hydraulique-régulateur | Hydro-Québec TransÉnergie |
| HQRVC | Modèle usager de turbine hydraulique-régulateur | Hydro-Québec TransÉnergie |
| Modèles de ligne à courant continu à deux terminaux | | |
| CHTFWX | Modèle c.c. usager d'Hydro-Québec | Hydro-Québec TransÉnergie |
| CHTRVX | Modèle c.c. usager d'Hydro-Québec | Hydro-Québec TransÉnergie |
| CHTFWD | Modèle c.c. usager d'Hydro-Québec | Hydro-Québec TransÉnergie |
| CHARVS | Modèle c.c. usager d'Hydro-Québec | Hydro-Québec TransÉnergie |
| RSPDC3 | Modèle c.c. usager d'Hydro-Québec | Hydro-Québec TransÉnergie |
| HIGTDC | Modèle c.c. usager d'Hydro-Québec (High Gate) | Hydro-Québec TransÉnergie |
| CMDS | Modèle c.c. usager d'Hydro-Québec | Hydro-Québec TransÉnergie |
| Modèles de ligne à courant continu multiterminale | | |
| NEDCV3 | Modèle usager de ligne c.c. multiterminale (HQ-NE) | |
| Modèles de ligne c.c. à VSC | | |
| VSCDCT | Modèle de ligne c.c. à VSC à deux terminaux | Siemens-PTI |
| CABB02 | Modèle ouvert HVDC Light® version Ov1.1.10 | ABB |
| CEmpty | Modèle ouvert HVDC Light® version Ov1.1.10 (réf. vide) | ABB |
| Modèles génériques d'éolienne | | |
| EXF2 | Modèle d'éolienne usager pour Enercon E82 | Enercon |

| | | |
|--|---|---------------------------|
| EXS3 | Modèle d'éolienne usager pour Enercon E82 | Enercon |
| E822S3 | Modèle d'éolienne usager pour Enercon | Enercon |
| R21201 | Modèle d'éolienne usager pour Servion MM92 | Servion |
| R21301 | Modèle d'éolienne usager pour Servion MM82 | Servion |
| Modèles électriques génériques d'éolienne | | |
| EFCU02 | Modèle usager de commande de centrale éolienne (Enercon) | Enercon |
| RPMU01 | Modèle usager d'unité de gestion de l'énergie Servion | Servion |
| Modèles de shunt commuté | | |
| CHASVC | Modèle de SVC pour compensateurs synchrones | Hydro-Québec TransÉnergie |
| IM_AM1 | Modèle de SVC usager pour inductances shunt | Hydro-Québec TransÉnergie |
| IM_CMP | Modèle de SVC usager (maître) | Hydro-Québec TransÉnergie |
| IM_EXC | Modèle de SVC usager (esclave) | Hydro-Québec TransÉnergie |
| SVSMO1U1 | Modèle usager pour SVC à commande continue | Siemens-PTI |
| SVSMO2U1 | Modèle usager pour SVC à commande discrète | Siemens-PTI |
| Autres modèles | | |
| VFTU1 | Modèle usager de transformateur déphaseur | Hydro-Québec TransÉnergie |
| PVGU1 | Modèle usager de système photovoltaïque | Siemens-PTI |
| PVEU1 | Modèle usager de commande de système photovoltaïque | Siemens-PTI |
| PANELU1 | Modèle usager de sortie linéarisée de panneau solaire | Siemens-PTI |
| IRRADU1 | Modèle usager de profil d'irradiance linéarisé de panneau solaire | Siemens-PTI |

ANNEXE 3 – Exemple de fiche technique de modèle standard PSS/E

1.21 GENSAL

Salient Pole Generator Model (Quadratic Saturation on d-Axis)

This model is located at system bus #_____ IBUS,

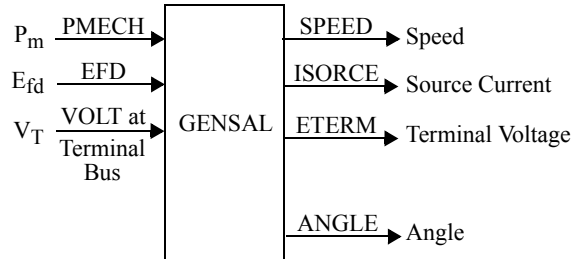
Machine identifier #_____ ID,

This model uses CONs starting with #_____ J,

and STATEs starting with #_____ K.

The machine MVA is _____ for each of units = _____ MBASE.

ZSORCE for this machine is _____ + j _____ on the above MBASE.



| CONs | # | Value | Description |
|------|---|-------|-----------------------|
| J | | | T'_{do} (>0) (sec) |
| J+1 | | | T''_{do} (>0) (sec) |
| J+2 | | | T''_{qo} (>0) (sec) |
| J+3 | | | H, Inertia |
| J+4 | | | D, Speed damping |
| J+5 | | | X_d |
| J+6 | | | X_q |
| J+7 | | | X'_d |
| J+8 | | | $X''_d = X''_q$ |
| J+9 | | | X_l |
| J+10 | | | S(1.0) |
| J+11 | | | S(1.2) |

Note: X_d , X_q , X'_d , X''_d , X''_q , X_l , H, and D are in pu, machine MVA base.

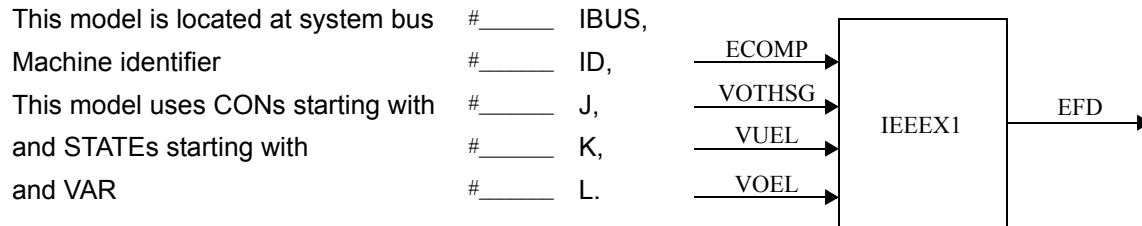
X''_q must be equal to X''_d .

| STATEs | # | Description |
|--------|---|---------------------|
| K | | E'_q |
| K+1 | | ψ_{kd} |
| K+2 | | ψ''_q |
| K+3 | | Δ speed (pu) |
| K+4 | | Angle (radians) |

IBUS, 'GENSAL', ID, CON(J) to CON(J+11) /

6.44 IEEEEX1

IEEE Type 1 Excitation System

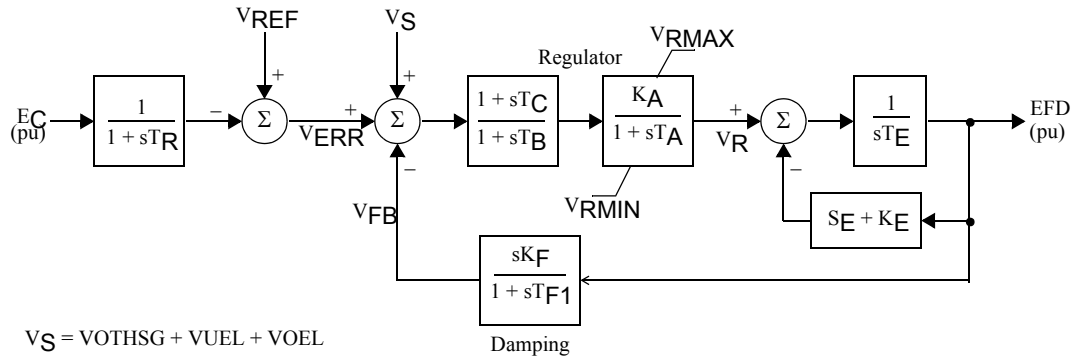


| CONs | # | Value | Description |
|------|---|-------|---------------------|
| J | | | T_R (sec) |
| J+1 | | | K_A |
| J+2 | | | T_A (sec) |
| J+3 | | | T_B (sec) |
| J+4 | | | T_C (sec) |
| J+5 | | | V_{RMAX} or zero |
| J+6 | | | V_{RMIN} |
| J+7 | | | K_E or zero |
| J+8 | | | T_E (>0) (sec) |
| J+9 | | | K_F |
| J+10 | | | T_{F1} (>0) (sec) |
| J+11 | | | Switch |
| J+12 | | | E_1 |
| J+13 | | | $S_E(E_1)$ |
| J+14 | | | E_2 |
| J+15 | | | $S_E(E_2)$ |

| STATES | # | Description |
|--------|---|--------------------------|
| K | | Sensed V_T |
| K+1 | | Lead lag |
| K+2 | | Regulator output, V_R |
| K+3 | | Exciter output, EFD |
| K+4 | | Rate feedback integrator |

| VAR | # | Description |
|-----|---|-------------|
| L | | K_E |

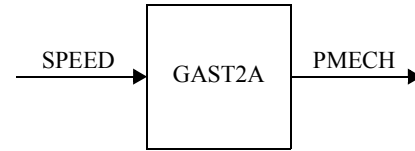
IBUS, 'IEEEEX1', ID, CON(J) to CON(J+15) /



7.6 GAST2A

Gas Turbine Model

This model is located at system bus # _____ IBUS,
Machine identifier # _____ ID,
This model uses CONs starting with # _____ J,
and STATEs starting with # _____ K,
and VARs starting with # _____ L.



| CONs | # | Value | Description |
|------|---|-------|--|
| J | | | W, governor gain (1/droop) (on turbine rating) |
| J+1 | | | X (sec) governor lead time constant |
| J+2 | | | Y (sec) (> 0) governor lag time constant |
| J+3 | | | Z, governor mode: 1 Droop 0 ISO |
| J+4 | | | E _{TD} (sec) |
| J+5 | | | T _{CD} (sec) |
| J+6 | | | T _{RATE} turbine rating (MW) |
| J+7 | | | T (sec) |
| J+8 | | | MAX (pu) limit (on turbine rating) |
| J+9 | | | MIN (pu) limit (on turbine rating) |
| J+10 | | | E _{CR} (sec) |
| J+11 | | | K ₃ |
| J+12 | | | a (> 0) valve positioner |
| J+13 | | | b (sec) (> 0) valve positioner |
| J+14 | | | c valve positioner |
| J+15 | | | τ _f (sec) (> 0) |
| J+16 | | | K _f |
| J+17 | | | K ₅ |
| J+18 | | | K ₄ |
| J+19 | | | T ₃ (sec) (> 0) |
| J+20 | | | T ₄ (sec) (> 0) |
| J+21 | | | τ _t (> 0) |
| J+22 | | | T ₅ (sec) (> 0) |
| J+23 | | | a _{f1} |

| CONs | # | Value | Description |
|------|---|-------|---|
| J+24 | | | b _{f1} |
| J+25 | | | a _{f2} |
| J+26 | | | b _{f2} |
| J+27 | | | c _{f2} |
| J+28 | | | T _R (degree), Rated temperature ¹ |
| J+29 | | | K ₆ (pu), Minimum fuel flow |
| J+30 | | | T _C (degree), Temperature control ¹ |

¹ Units can be °F or °C depending on constants a_{f1} and b_{f1}.

| STATES | # | Description |
|--------|---|-----------------------|
| K | | Speed governor |
| K+1 | | Valve positioner |
| K+2 | | Fuel system |
| K+3 | | Radiation shield |
| K+4 | | Thermocouple |
| K+5 | | Temperature control |
| K+6 | | Gas turbine dynamics |
| K+7 | | Combustor |
| K+8 | | Combustor |
| K+9 | | Turbine/exhaust |
| K+10 | | Turbine/exhaust |
| K+11 | | Fuel controller delay |
| K+12 | | Fuel controller delay |

| VARs | # | Description |
|------|---|-------------------------------|
| L | | Governor reference |
| L+1 | | Temperature reference flag |
| L+2 | | Low value select output |
| L+3 | | Output of temperature control |

IBUS, 'GAST2A', ID, CON(J) to CON(J+30) /

17.5 WT3G2U

Doubly-Fed Induction Generator (Type 3)

This model is located at system bus #_____ IBUS,
 Machine identifier #_____ ID,
 This model uses CONs starting with #_____ J,
 and STATEs starting with #_____ K,
 and VAR #_____ L,
 and ICON #_____ M.

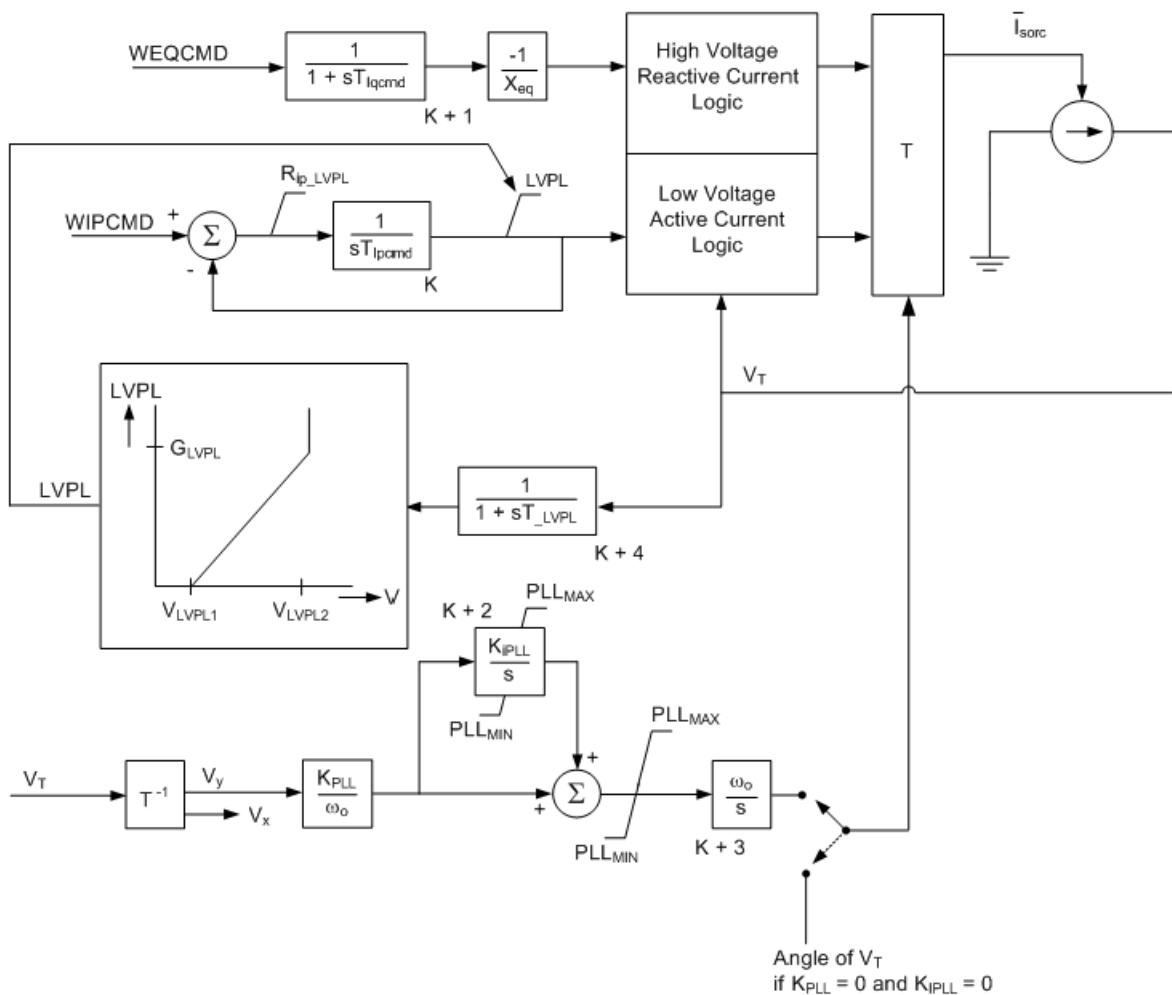
| CONs | # | Value | Description |
|------|---|-------|---|
| J | | | Tiqcmd, Converter time constant for IQcmd |
| J+1 | | | Tipcmd, Converter time constant for IPcmd |
| J+2 | | | K _{PLL} , PLL gain |
| J+3 | | | K _{IPLL} , PLL integrator gain |
| J+4 | | | PLL _{MAX} , PLL max. limit |
| J+5 | | | Prated |
| J+6 | | | V _{LVPL1} , LVPL voltage 1 Low voltage power logic |
| J+7 | | | V _{LVPL2} , LVPL voltage 2 |
| J+8 | | | G _{LVPL} , LVPL gain |
| J+9 | | | V _{HVRCR} , High Voltage Reactive Current (HVRC) logic, pu voltage |
| J+10 | | | CUR _{HVRCR} , HVRC logic, current (pu) |
| J+11 | | | R _{Ip_LVPL} , Rate of active current change |
| J+12 | | | T _{LVPL} , Voltage sensor for LVPL, second |

| STATEs | # | Description |
|--------|---|-------------------------|
| K | | Converter lag for Ipcmd |
| K+1 | | Converter lag for Iqcmd |
| K+2 | | PLL first integrator |
| K+3 | | PLL second integrator |
| K+4 | | Voltage sensor for LVPL |

| VAR | # | Description |
|-----|---|---------------------------------------|
| L | | deltaQ, overvoltage correction factor |

| ICON | # | Description |
|------|---|--------------------------------|
| M | | Number of lumped wind turbines |

IBUS, 'USRMDL', ID, 'WT3G2U', 1, 1, 1, 13, 5, 1, ICON(M), CON(J) TO COM(J+12)



ANNEXE 4 – Exemple de tableau de déclaration des données de centrale

ANNEXE 5 – Numérotation et classification des barres

A5.1 Plages des numéros de barres

| Plages de numéros de barres | Types de barres | Tension nominale | Région |
|-----------------------------|--|------------------|---------------------------|
| 1-299 | Jeux de barres de production | Toutes | Toutes |
| 300-699 | Jeux de barres de poste et de ligne | 315 kV | Toutes |
| 700-799 | Jeux de barres de poste et de ligne | 735 kV | Toutes |
| 800-999 | Jeux de barres de compensation réactive | 735 kV | Toutes |
| 1000-1099 | Jeux de barres divers | Toutes | Toutes |
| 1100-1599 | Jeux de barres de poste et de ligne | 120 kV | Toutes |
| 1600-1699 | Jeux de barres de poste et de ligne | 161 kV | Toutes |
| 1700-1999 | Jeux de barres divers | Toutes | Toutes |
| 2000-2399 | Jeux de barres de poste et de ligne | 230 kV | Toutes |
| 2400-2499 | Jeux de barres de poste et de ligne | 69 kV | Toutes |
| 2500-2799 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | La Grande |
| 2800-3149 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Mauricie Nord |
| 3150-3499 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Manicouagan |
| 3500-3829 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Montmorency Nord |
| 3860-4149 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Saguenay |
| 4150-4499 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Laurentides (Outaouais) |
| 4500-5509 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Richelieu |
| 5510-5699 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Mauricie Sud |
| 5700-6349 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Montmorency Sud |
| 6350-6999 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Matapédia |
| 7000-7599 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Saint-Laurent |
| 7600-8899 | Jeux de barres de charge | < 120 kV | Laurentides (incl. Laval) |
| 8900-8999 | Jeux de barres réservés | Toutes | Toutes |
| 9000-9999 | Jeux de barres de charge divers | < 120 kV | Toutes |
| 10000-12999 | Divers | Toutes | Toutes |
| 13000-13999 | Jeux de barres de production éolienne | < 6 kV | Montmorency |
| 14000-14999 | Jeux de barres de production éolienne | < 6 kV | Richelieu |
| 15000-15999 | Jeux de barres de production éolienne | < 6 kV | Mauricie |
| 16000-16999 | Jeux de barres de production éolienne | < 6 kV | Matapédia |
| 17000-19999 | Jeux de barres divers | Toutes | Toutes |
| 20000-98999 | Jeu de barres d'enr. tertiaire de transformateur | < 69 kV | Toutes |
| 99000-99999 | Jeux de barres divers | Toutes | Toutes |

A5.2 Codes des régions NPCC

| Numéro de région | ID de région | Nom de région |
|------------------|--------------|--|
| 101 | ISO-NE | ISO New England |
| 102 | NYISO | New York ISO |
| 103 | IESO | Independant Electric System Operator (Ontario) |
| 104 | HQT | Hydro-Québec TransÉnergie |
| 105 | NB | New Brunswick Power |
| 106 | NS | Nova Scotia Power |
| 107 | CRT | Cedars Rapids Transmission |

A5.3 Codes des zones du réseau interconnecté du Québec

| Numéro de zone | Classification | Niveau de tension | Régions provinciales |
|----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | Réseau de transport HQT | 315 kV | St-Laurent |
| 2 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Laval |
| 3 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | St-Laurent |
| 4 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Laval |
| 5 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Richelieu |
| 7 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Rive-Nord |
| 8 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Mauricie Nord, Mauricie Sud |
| 9 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Montmorency Nord, Montmorency Sud |
| 10 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Mauricie Nord |
| 11 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Montmorency Nord |
| 12 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Rive-Nord |
| 13 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Mauricie Nord |
| 14 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Montmorency Nord |
| 15 | Production HQP | N/A | Mauricie Nord |
| 16 | Production HQP | N/A | Laval, Rive-Nord |
| 17 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Richelieu |
| 18 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Mauricie Sud |
| 19 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Montmorency Sud |
| 20 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Richelieu |
| 21 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Richelieu |
| 22 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Mauricie Sud |
| 23 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Montmorency Sud |
| 24 | Production HQP | N/A | Richelieu |
| 25 | Production HQP | N/A | Mauricie Sud |
| 26 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Mauricie Nord |
| 27 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Matapédia |
| 28 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Matapédia |
| 29 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Matapédia |
| 30 | Production HQP | N/A | Matapédia |
| 32 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Manicouagan |
| 33 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Manicouagan |

| | | | |
|----|--------------------------|-------------|--|
| 34 | Production HQP | N/A | Manicouagan |
| 36 | Réseau de transport SCHM | N/A | Manicouagan |
| 37 | Réseau de transport RTA | N/A | Saguenay |
| 38 | Réseau de transport RTA | N/A | Saguenay |
| 39 | Production RTA | N/A | Saguenay |
| 41 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Saguenay |
| 42 | Réseau de transport RTA | 161 à 49 kV | Saguenay |
| 43 | Réseau de transport HQT | 230 kV | Outaouais |
| 44 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Outaouais |
| 45 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Outaouais |
| 46 | Production HQP | N/A | Outaouais |
| 47 | Réseau de transport ÉLL | N/A | Outaouais |
| 48 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Abitibi |
| 49 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Abitibi |
| 50 | Production HQP | N/A | Abitibi |
| 51 | Réseau de transport HQT | 161 à 49 kV | Baie James |
| 53 | Réseau de transport HQT | 735 kV | Manicouagan |
| 54 | Réseau de transport HQT | 735 kV | Montmorency Nord, Rive-Nord, Saguenay |
| 55 | Réseau de transport HQT | 735 kV | Mauricie Sud, Montmorency Sud, Richelieu |
| 56 | Réseau de transport HQT | 735 kV | Laval |
| 57 | Réseau de transport HQT | 735 kV | Baie James, Rive-Nord, Saguenay |
| 58 | Réseau de transport HQT | 315 kV | Baie James |
| 59 | Production HQP | N/A | Baie James |
| 60 | Production Privée | N/A | Abitibi, Baie James |
| 61 | Production Privée | N/A | Laval, Rive-Nord |
| 62 | Production Privée | N/A | Matapédia |
| 63 | Production Privée | N/A | Mauricie Nord, Mauricie Sud |
| 64 | Production Privée | N/A | Manicouagan |
| 65 | Production Privée | N/A | Montmorency Nord, Montmorency Sud |
| 66 | Production Privée | N/A | Richelieu |
| 67 | Production Privée | N/A | St-Laurent |
| 68 | Production Privée | N/A | Saguenay |
| 69 | Clients haute tension | N/A | Manicouagan |
| 70 | Clients haute tension | N/A | Matapédia |
| 71 | Clients haute tension | N/A | Saguenay |
| 72 | Clients haute tension | N/A | Outaouais |
| 73 | Clients haute tension | N/A | Abitibi |
| 74 | Clients haute tension | N/A | Mauricie Sud |
| 75 | Clients haute tension | N/A | Richelieu |
| 76 | Clients haute tension | N/A | Montmorency Nord |
| 77 | Clients haute tension | N/A | Montmorency Sud |
| 78 | Clients haute tension | N/A | St-Laurent |
| 79 | Clients haute tension | N/A | Rive-Nord |
| 80 | Clients haute tension | N/A | Mauricie Nord |
| 81 | Interconnexions | N/A | Outaouais |
| 82 | Interconnexions | N/A | Richelieu |
| 83 | Réseau de transport RTA | N/A | Mauricie Nord |
| 84 | Réseau de transport RTA | N/A | Richelieu |

| | | | |
|----|---------------------------|---------|-----------------------------------|
| 85 | Réseau de transport RTA | N/A | Saguenay |
| 86 | Interconnexions | N/A | Abitibi |
| 87 | Interconnexions | N/A | Richelieu |
| 88 | Interconnexions | N/A | Matapédia |
| 90 | Zone de charge | < 49 kV | Saguenay |
| 91 | Zone de charge | < 49 kV | Manicouagan |
| 92 | Zone de charge | < 49 kV | St-Laurent |
| 93 | Zone de charge | < 49 kV | Richelieu |
| 94 | Zone de charge | < 49 kV | Montmorency Nord, Montmorency Sud |
| 95 | Zone de charge | < 49 kV | Laval, Outaouais, Rive-Nord |
| 96 | Zone de charge | < 49 kV | Mauricie Nord, Mauricie Sud |
| 97 | Zone de charge | < 49 kV | Abitibi, Baie James |
| 98 | Zone de charge | < 49 kV | Matapédia |
| 99 | Résevé pour usage interne | N/A | N/A |

ANNEXE 6 – Format de présentation des données sur les échanges inter-réseaux

Planification et stratégies du réseau principal
Direction – Planification
Hydro-Québec TransÉnergie
Division d'Hydro-Québec

