



Conférence technique – A/O 2026-01

Procédure de validation des modèles dynamiques PSS/E

29 avril 2026



A/O 2026-01

Avant de commencer...



Ce document est mis à la disposition des intéressés à soumissionner dans le seul but de faciliter leur préparation pour le dépôt d'éventuelles soumissions.

Les informations qu'il contient sont fournies à titre indicatif seulement et sont sujettes à changement.

En cas de différence entre l'information contenue dans cette présentation et celle contenue dans la plus récente version du document d'appel d'offres A/O 2026-01, incluant les addendas, cette dernière documentation prévaut.

Documents accessibles ici :

<https://www.hydroquebec.com/achats-electricite-quebec/appels-propositions/2026-01.html>



A/O 2026-01

Mot de bienvenue

Bonjour!

A/O 2026-01

Plan de la présentation

1. Mise en contexte
2. Procédure de validation des modèles dynamiques PSS/E
3. Survol et précisions sur le rapport d'expert
4. Rappel des dates importantes
5. Mot de de la fin et période de questions

1

Mise en contexte

Le Transporteur réalise des études de simulation

- Hydro-Québec dans ses activités de transport d'électricité (le « Transporteur ») utilise le logiciel PSS/E de la firme Siemens PTI pour la réalisation de ses études de comportement dynamique du réseau de transport;
- Dans le cadre d'une demande de raccordement d'une installation de production d'électricité (IPE), tout producteur est tenu d'indiquer au Transporteur les modèles dynamiques PSS/E (et tous les paramètres associés) qui représentent fidèlement le comportement électrique de son IPE;
- Le Transporteur utilise ces informations afin de :
 - Évaluer l'impact du raccordement de l'IPE sur le comportement dynamique du réseau de transport;
 - Identifier les renforcements requis sur le réseau de transport pour assurer le respect des critères de fiabilité et de performance suite au raccordement de l'IPE.
- L'annexe A du document « *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec* » détaille toutes les informations techniques requises par le Transporteur pour réaliser ses études.
 - Le document est disponible ici : <https://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/raccordement-reseau.html>



Une procédure pour accélérer les choses

- Dans le cadre de l'appel d'offres, le Transporteur demande notamment au soumissionnaire un rapport de validation démontrant que les modèles dynamiques PSS/E de son parc éolien :
 - S'initialisent adéquatement;
 - Respectent les exigences de performance dynamique indiquées dans les *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*, notamment en termes de comportement en tension et en fréquence à la suite de perturbations.
- Afin d'accélérer le processus de validation et faciliter la préparation, par le soumissionnaire, d'un rapport de validation pertinent, le Transporteur a développé une procédure de validation standardisée des modèles dynamiques PSS/E de parcs éoliens.
 - Cette procédure est disponible ici : <https://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/raccordement-reseau.html>



2

Procédure de validation des modèles dynamiques PSS/E

Une procédure en trois étapes

- De manière générale, la procédure de validation comprend trois étapes que le soumissionnaire devra suivre et réaliser :
 1. Modéliser le parc éolien en régime permanent et en régime dynamique;
 2. Simuler une série de 8 perturbations à l'aide des fichiers fournis par le Transporteur;
 3. Consigner les résultats détaillés dans un rapport de validation.
- **Attention** : Le rapport de validation doit également inclure tous les fichiers requis pour que le Transporteur puisse reproduire les résultats du soumissionnaire.



Étape #1 : Modélisation

- De manière générale, le soumissionnaire doit intégrer une modélisation de son parc éolien à une modélisation d'un équivalent Thévenin du réseau du Transporteur à une barre de référence;
- La modélisation de l'équivalent Thévenin du réseau du Transporteur est composée d'une source infinie (source idéale) et d'une ligne, dont l'impédance doit être calculée par le soumissionnaire à l'aide d'équations spécifiées par le Transporteur;
 - Ces équations ont été développées pour représenter un équivalent Thévenin caractérisé par un ratio de court-circuit de 5 et un rapport X/R de 28.
- La modélisation du parc éolien doit représenter la puissance réelle prévue d'être installée, la quantité exacte de transformateurs élévateurs de l'installation, ainsi que les équipements de support réactif ou de stockage si requis;
- Un équivalent Thevenin du réseau collecteur et un modèle équivalent des transformateurs des groupes de production sont demandés.
- **Le soumissionnaire est responsable de développer l'ensemble de cette modélisation;**



Étape #1 : Modélisation

Le Tableau 1 et le Tableau 2 résument les paramètres à utiliser afin de modéliser l'équivalent Thévenin du réseau du Transporteur.

Tableau 1 : Modélisation de la source idéale de l'équivalent Thévenin du réseau du Transporteur

Paramètre	Valeur
Bus	999000
Type code	3 – Swing bus
ID	1
Pmax / Pmin (MW)	9999.0 / -9999.0
Qmax / Qmin (Mvar)	9999.0 / -9999.0
Mbase (MVA)	1000
R Source (pu)	0
X Source (pu)	0.0001

Tableau 2 : Modélisation de la ligne de l'équivalent Thévenin du réseau du Transporteur

Paramètres	Valeurs
From Bus Number	999000
To Bus Number	888000
ID	1
Line R	Équation E.1
Line X	Équation E.2
Line Charging B	0

$$(E.1) \quad \text{Line R} = \frac{S_{\text{base}}}{5 \times S_{\text{production}}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + 28^2}}$$

$$(E.2) \quad \text{Line X} = 28 \times \text{Line R}$$

Où :

S_{base} = Puissance apparente de base de PSS/E (VA)

$S_{\text{production}}$ = Puissance apparente nominale de l'installation de production (VA)

Étape #1 : Modélisation

La Figure 1 et la Figure 2 illustrent des exemples de représentation simplifiée d'une modélisation qui comprend une modélisation de parc éolien raccordée à une modélisation d'un équivalent Thévenin du réseau du Transporteur par l'entremise de la barre de référence #888000.

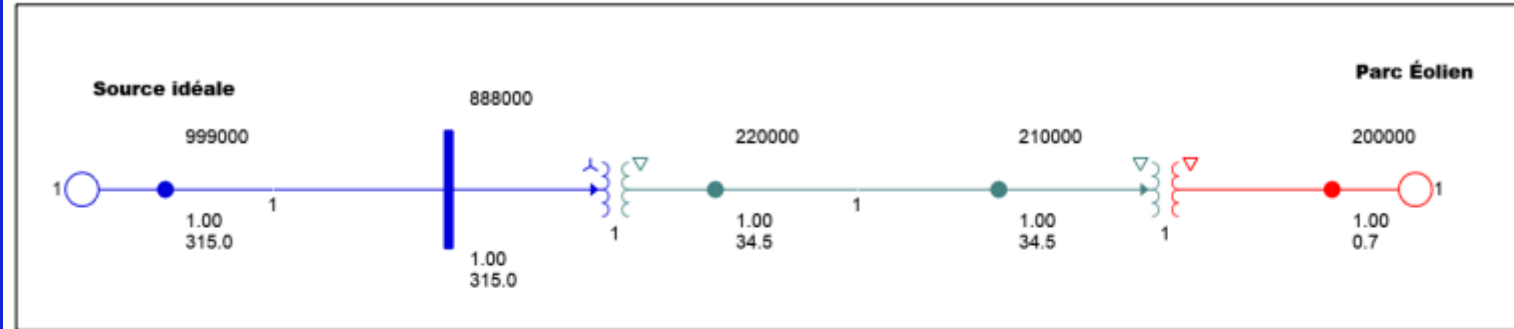


Figure 1 : Exemple de représentation simplifiée avec un transformateur élévateur

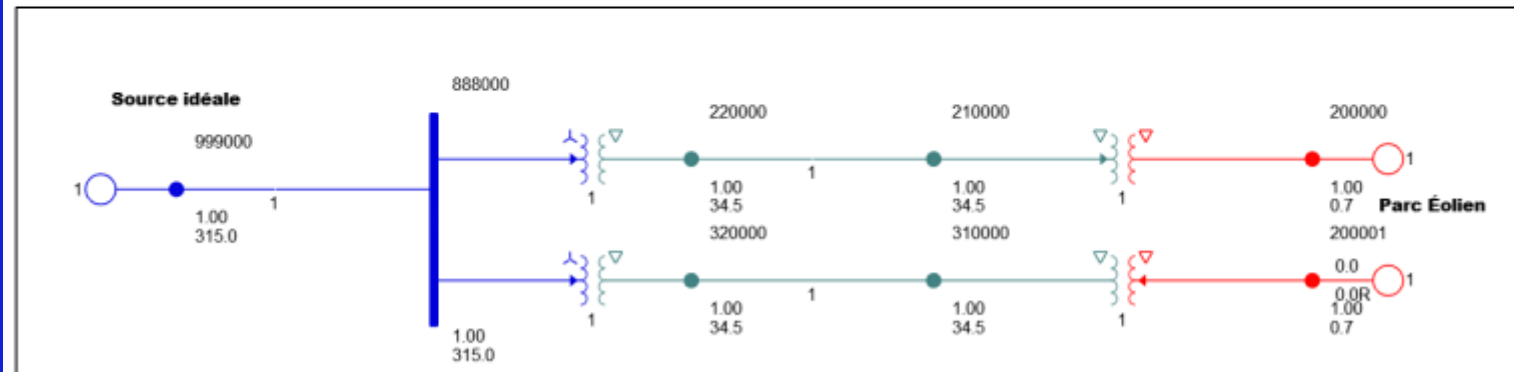


Figure 2 : Exemple de représentation simplifiée avec plusieurs transformateurs élévateurs

Étape #2 : Simulation

- Afin de valider le comportement dynamique du parc éolien, le Transporteur demande que le soumissionnaire simule une série de 8 perturbations avec la modélisation préparée à l'étape #1;
- La simulation de ces 8 perturbations a pour objectif de démontrer la conformité du comportement dynamique du parc éolien aux exigences de performance dynamique indiquées à la section 12 des Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec;
- Les perturbations peuvent être simulées à l'aide du modèle PLBVFU1 (*Model to Play-In known voltage and/or frequency signal*) de la librairie PSS/E;
- Les fichiers DYR et PLB associés à chacune des perturbations à simuler ont été préparés par le Transporteur.
 - Les fichiers sont disponibles ici : <https://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/raccordement-reseau.html>



Étape #2 : Simulation

Les simulations doivent être réalisées avec la version 34.8 de PSS/E, et ce, à l'aide des paramètres indiqués dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Paramètres de simulation dynamique à utiliser dans PSS/E

Paramètre	Valeur
Network solution iterations	100
Acceleration	0.1
Tolerance	0.0005
Island frequency acceleration	0.66
Island frequency tolerance	0.0001
Time step	4.16 ms
Frequency filter	16.67 ms
Delta threshold intermediate	0.04
Delta threshold island frequency	0.06
Network frequency dependence	ON

Étape #2 : Simulation

Les 8 perturbations sont résumées dans le tableau ci-joint.

Perturbation	Description	Durée
Aucune perturbation		
1	Aucune perturbation (initialisation adéquate)	20 s
Variations de tension au point de raccordement		
2	Variation de +5%	60 s
3	Variation de -5%	60 s
Défauts au point de raccordement		
4	Baisse de tension à 0,80 pu durant 45 cycles	20 s
5	Baisse de tension à 0,25 pu durant 45 cycles	20 s
6	Baisse de tension à 0,00 pu durant 9 cycles	20 s
Variations de fréquence au point de raccordement		
7	Baisse de fréquence à 59 Hz	100 s
8	Hausse de fréquence à 61 Hz	100 s

Étape #2 : Simulation

- Pour chacune des 8 perturbations simulées, les variables de sortie suivantes doivent être produites :
 1. Puissance active du groupe de production;
 2. Puissance réactive du groupe de production;
 3. Puissance réactive des équipements de compensation réactive dynamique (si applicable);
 4. Puissance active au point de raccordement (barre #888000);
 5. Puissance réactive au point de raccordement (barre #888000);
 6. Tension au point de raccordement (barre #888000);
 7. Tension à la basse tension du transformateur du groupe de production;
 8. Tension à la basse tension des équipements de compensation réactive dynamique (si applicable);
 9. Fréquence au point de raccordement (barre #888000);
 10. Toute autre variable jugée pertinente.
- Le rapport de validation doit contenir un graphique de chacune de ces variables de sortie, et ce, pour la durée entière de la simulation.



Étape #3 : Rapport de validation

- Le Transporteur demande au soumissionnaire de préparer et de lui remettre un rapport de validation qui comprend minimalement les éléments suivants :
 1. Fichiers utilisés par le producteur pour réaliser ses simulations :
 - a. Fichier SAV de la modélisation en écoulement de puissance;
 - b. Fichier DYR de la modélisation dynamique;
 - c. Tout fichier requis pour la simulation d'un modèle dynamique usager utilisé par le soumissionnaire (si applicable);
 - d. Tout autre fichier requis pour que le Transporteur puisse reproduire les résultats des simulations du soumissionnaire.
 2. Documentation complète et fiches techniques (incluant les paramètres) de tous les modèles dynamiques utilisés;
 3. Formulaire de demande de raccordement d'une IPE au réseau d'Hydro-Québec dûment rempli par le producteur;
 4. Résultats détaillés des simulations des 8 perturbations réalisés par le producteur en conformité avec l'étape #2.



3

Survol et précisions sur le rapport d'expert

Un rapport d'expert pour consigner le tout

- L'intéressé à soumissionner doit également déposer un rapport d'expert attestant du bon fonctionnement de la modélisation PSS/E du comportement électrique de l'IPE;
- Au moment de son dépôt, le rapport d'expert doit avoir été vérifié et authentifié par un(e) ingénieur(e) membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec;
- Le nom et les coordonnées de l'expert(e) en mesure de répondre aux questions du Transporteur doivent être fournies;
- Les instructions et informations requises relatives au comportement électrique de l'IPE et au rapport d'expert sont indiquées à l'Annexe 5 du document d'appel d'offres.



Un rapport d'expert pour consigner le tout

- Le Transporteur s'attend à ce que le rapport d'expert comprenne :
 1. L'analyse que l'expert réalise pour déterminer le choix des modèles dynamiques PSS/E et des paramètres appropriés qui représentent fidèlement le comportement électrique de l'IPE;
 2. L'attestation de la réalisation de la *Procédure de validation des modèles dynamiques PSS/E* et de la conformité des résultats du *Rapport de validation* qui en découle;
 3. L'attestation du bon fonctionnement de la modélisation PSS/E du comportement électrique de l'IPE dans la version 34.8 du logiciel PSS/E;
 4. Toute documentation pertinente supplémentaire permettant de soutenir l'analyse de l'expert.



4

Rappel des dates importantes

Rappel des dates importantes

Deux dates à retenir

4 septembre 2026 avant 16h

Date limite de dépôt de la modélisation du comportement électrique du parc éolien

Date limite de dépôt du rapport d'expert sur la modélisation du comportement électrique du parc éolien

26 février 2027 avant 16h

Dépôt des soumissions



5

Mot de la fin et période de questions

A/O 2026-01

Période de questions

CONSIGNES

- Nous recommandons à ceux/celles participant via leur téléphone intelligent de fermer toutes les autres applications pour que l'application TEAMS fonctionne correctement;
- Vous devez écrire votre question par écrit dans le clavardage. Il n'y a pas la possibilité de la poser de vive voix;
- Lorsque vous posez votre question, identifiez-vous avec votre PRÉNOM, NOM ET ORGANISATION (ex: « Ève Desjardins, RCGT ») dans la case prévue à cet effet. **Hydro-Québec ne répondra pas aux questions provenant de participants anonymes;**
- Votre question sera lue par le modérateur;
- Les questions seront répondues par les membres d'Hydro-Québec;
- Nous tenterons de répondre au plus de questions possibles, mais il est possible que votre question ne soit pas répondue aujourd'hui;
- Dès le 30 avril 2026, les questions seront réservées aux inscrits. Les inscrits pourront poser leurs questions jusqu'au 9 février 2027;
- Les réponses aux questions adressées aujourd'hui seront publiées sur le site web d'Hydro-Québec;
- La période de questions se terminera au plus tard à 16h30.

A/O 2026-01

Pause



A/O 2026-01

Période de questions

CONSIGNES

- Nous recommandons à ceux/celles participant via leur téléphone intelligent de fermer toutes les autres applications pour que l'application TEAMS fonctionne correctement;
- Vous devez écrire votre question par écrit dans le clavardage. Il n'y a pas la possibilité de la poser de vive voix;
- Lorsque vous posez votre question, identifiez-vous avec votre PRÉNOM, NOM ET ORGANISATION (ex: « Ève Desjardins, RCGT ») dans la case prévue à cet effet. **Hydro-Québec ne répondra pas aux questions provenant de participants anonymes;**
- Votre question sera lue par le modérateur;
- Les questions seront répondues par les membres d'Hydro-Québec;
- Nous tenterons de répondre au plus de questions possibles, mais il est possible que votre question ne soit pas répondue aujourd'hui;
- Dès le 29 avril 2026, les questions seront réservées aux inscrits. Les inscrits pourront poser leurs questions jusqu'au 9 février 2027;
- Les réponses aux questions adressées aujourd'hui seront publiées sur le site web d'Hydro-Québec;
- La période de questions se terminera au plus tard à 16h30.

A/O 2026-01

Mot de la fin

Au Revoir!

