



**Programme général des
essais de validation
des centrales éoliennes
raccordées au réseau de
transport d'Hydro-Québec**
Module B – Essais type

Avril 2026

Table des matières

1	But des essais	2
2	Exigence des essais	3
3	Méthodologie des essais	4
4	Description des essais	5
4.1	Partie 1 – Tenue en sous-tension	5
4.2	Partie 2 – Défauts	6
5	Enregistrements	7
6	Liste des documents de référence	8

PRÉAMBULE

Le présent document sert à préciser quels sont les essais à réaliser afin de remplir les exigences du module B du document « Programme général des essais de validation des centrales éoliennes raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec ». Il précise aussi les moyens considérés acceptables par Hydro-Québec pour y arriver.

DÉFINITIONS

Les mots ou expressions en caractères italiques dans le texte sont définis ci-après.

CHIL

« Control Hardware in the loop »

HIL

« Hardware in the loop »

PHIL

« Power Hardware in the loop »

SIL

« Software in the loop »

producteur

Responsable du site de production éolienne

1 But des essais

Les essais demandés par Hydro-Québec poursuivent deux buts :

1. démontrer que la centrale éolienne répond aux exigences techniques d'Hydro-Québec concernant la tenue en sous-tension, en surtension, les modes de contrôle complexes ainsi qu'à la suite de perturbations sévères.
2. valider les modèles numériques et les paramètres associés de la centrale, notamment ceux fournis par le *producteur* à Hydro-Québec. À cette fin, la réponse des modèles sera comparée aux enregistrements pris lors des essais lorsque le modèle final sera remis à Hydro-Québec lors des essais de validation du parc éolien.

Pour y parvenir, le module B exige la réalisation d'essais de défauts sur une éolienne ainsi que l'application de sous-tension à ces bornes à l'aide d'un simulateur de réseau, un conteneur d'essai ou autre méthode afin démontrer les performances de tenue en sous-tension de l'éolienne.

Les essais du présent document ne s'appliquent pas aux technologies dites « grid forming ». Les essais de validation de ces technologies feront l'objet d'une procédure particulière adaptée au projet et spécifique à l'installation à l'étude.

Advenant la situation où un parc éolien possède un système de stockage ou autre combinaison de technologies, des essais supplémentaires à ceux mentionnés dans le présent document sont requis. Ceux-ci seront précisés dans la procédure détaillée des essais de validations.

La réussite des essais de validation constitue un des éléments requis pour l'acceptation finale du raccordement par Hydro-Québec, attestant que le parc éolien répond aux exigences en matière de tenue en sous-tension ainsi que lors de défauts.

2 Exigence des essais

Les résultats de ces essais doivent montrer que la centrale éolienne répond aux « Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec » [1]. Les essais doivent aussi respecter les exigences techniques complémentaires pour les parcs éoliens. Il est important de noter que l'éolienne n'a pas à remplir ces exigences individuellement, mais ses performances seront considérées lors de l'évaluation globale de la centrale.

3 Méthodologie des essais

Les essais peuvent être réalisés de différentes façons, pourvu qu'ils respectent les critères suivants :

- La proposition de procédure doit être validée par Hydro-Québec avant sa réalisation. Elle doit contenir minimalement toute information nécessaire pour la reproduction des essais à un moment ultérieur. Ceci inclut, mais ne se limite pas à la description et l'impédance du réseau simulé, l'horodatage des manœuvres, la séquence des étapes d'essai.
- Hydro-Québec se réserve le droit d'assister aux essais ou accepter qu'une tierce partie indépendante le représente afin d'attester la validité des essais.
- Un registre des paramètres des systèmes des éoliennes, de tout contrôleur et de tout équipement auxiliaire doit être fourni à Hydro-Québec afin de décrire l'unité de production en essais. La technologie ciblée par les essais est la même que celle installée au parc éolien.
 - Si la technologie du parc éolien est similaire à une autre technologie déjà validée par les essais du présent module, une demande peut être envoyée à Hydro-Québec accompagnée d'un justificatif technique décrivant en quoi la technologie déjà validée possède le même comportement que celle qui sera installée dans le nouveau parc éolien. Hydro-Québec se réserve le droit de commenter et de refuser la demande si l'explication technique est jugée non satisfaisante.
 - Les paramètres implantés dans l'éolienne doivent être similaires à ceux qui seront implantés dans les éoliennes du parc éolien dont le comportement est validé par les présents essais.
 - Il peut être acceptable de recevoir des essais effectués sur un réseau ou une source électrique possédant une fréquence de 50 Hz. Une approbation doit être reçue par Hydro-Québec au préalable pour garantir la validité des essais.
 - Si le *producteur* veut procéder aux essais avec son manufacturier en utilisant du CHIL, HIL, PHIL, SIL ou autres techniques, une approbation d'Hydro-Québec est nécessaire.

4 Description des essais

Les essais sont effectués sur une éolienne. L'éolienne doit être isolée de tout système de régulation secondaire de tension. Pour chaque essai, la production de l'éolienne doit être supérieure à 30 % de sa puissance nominale ou selon les recommandations du fabricant. Deux séries d'essais doivent être réalisées, soit une première à un ratio de court-circuit (SCR) élevé (> 3) et la deuxième à un SCR le plus bas auquel l'éolienne sera confrontée. Le SCR est évalué au point de raccordement de l'éolienne. Cette valeur sera fournie par Hydro-Québec préalable aux essais.

4.1 Partie 1 – Tenue en sous-tension

Les sous-tensions appliquées à la partie 1 s'appliquent aux bornes de l'éolienne et s'appliquent sur les trois phases de façon équilibrée.

Essai	Tension de séquence directe résultante	Tension au point de régulation préévénement	Durée
1.1	0.95 p.u.	1.00 p.u.	1 heure
1.2	0.90 p.u.	1.00 p.u.	10 minutes
1.3	0.85 p.u.	1.00 p.u.	30 secondes
1.4	0.75 p.u.	1.00 p.u.	2 secondes

Tableau 1: Essais de la partie 1 du module B

4.2 Partie 2 – Défauts

Essai	Type de défauts	Tension des phases perturbées	Tension au point de régulation préévénement	Durée
2.1	Triphasé	0.00 p.u.	1.00 p.u.	9 cycles
2.2	Biphasé	0.00 p.u.	1.00 p.u.	9 cycles
2.3	Biphasé-terre	0.00 p.u.	1.00 p.u.	9 cycles
2.4	Monophasé	0.00 p.u.	1.00 p.u.	9 cycles
2.5	Monophasé ou biphasé selon la configuration ¹	0.00 p.u.	1.00 p.u.	18 cycles
2.6	Triphasé avec impédance	0.25 p.u.	1.00 p.u.	45 cycles
2.7	Biphasé-terre avec impédance	0.50 p.u.	1.00 p.u.	45 cycles
2.8	Biphasé avec impédance	0.60 p.u.	1.00 p.u.	45 cycles
2.9	Monophasé avec impédance	0.70 p.u.	1.00 p.u.	45 cycles

Tableau 2: Essais de la partie 2 du module B

¹ Selon la configuration des enroulements des transformateurs du parc. Le but est de représenter, vu de l'éolienne, un défaut monophasé prolongé survenant sur le réseau de transport.

5 Enregistrements

Les signaux suivants doivent être enregistrés:

- Tensions des trois phases du côté basse tension du transformateur de l'éolienne. Pour les technologies possédant des tensions différentes au niveau du stator et du convertisseur, les tensions des trois phases de chacun sont requises.
- Courants des trois phases du côté basse tension du transformateur de l'éolienne. Pour les technologies possédant des courants différents au niveau du stator et du convertisseur, les courants des trois phases de chacun sont requis.
- Tensions des trois phases du côté moyenne tension du transformateur de l'éolienne
- Courant des trois phases du côté moyenne tension du transformateur de l'éolienne
- Vitesse du rotor de l'éolienne à l'essai

6 Liste des documents de référence

- [1] *Exigences techniques de raccordement de centrales raccordées au réseau de transport d'Hydro-Québec*, Décision D-2022-088 – en vigueur le 15 juillet 2022. Disponible en ligne sur le site public d'Hydro-Québec: https://www.hydroquebec.com/data/transenergie/raccordement-reseau/Exigences_raccordement_centrales_2022-07-15.pdf