

Démonstrations du respect des exigences techniques d'Hydro-Québec visant les centrales utilisant des sources d'énergie raccordées au moyen d'onduleurs

Introduction

Le présent document résume certaines obligations auxquelles le producteur doit se soumettre afin de démontrer la conformité de sa centrale utilisant des sources d'énergie raccordées au moyen d'onduleurs (SERMO¹) aux exigences techniques d'Hydro-Québec concernant le comportement de la centrale en sous-tension (LVRT), en surtension (HVRT) et l'exigence de respect d'un facteur de puissance (disponibilité de la puissance réactive).

Ces démonstrations sont conformes à ce qui est décrit dans le document « Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec » approuvé par la Régie de l'énergie et en vigueur depuis le 15 juillet 2022.

1. Comportement en sous-tension (LVRT) de la centrale utilisant des SERMO

L'exigence en sous-tension est définie par un profil de sous-tension (LVRT) en fonction du temps, et s'applique du côté haute tension du poste de départ (point haute tension). Deux méthodes, au choix du producteur, sont acceptées par Hydro-Québec pour démontrer le respect de l'exigence (a ou b) :

a) Exigence vérifiée aux bornes des SERMO:

- Le producteur doit démontrer, au moyen des caractéristiques techniques fournies par le fabricant des SERMO, que la capacité des SERMO installées dans la centrale rencontre toute l'étendue du profil de sous-tension de l'exigence LVRT présentée au tableau 1 en annexe.

b) Exigence vérifiée au point haute tension:

- Le producteur doit démontrer, au moyen de simulations de type stabilité dynamique (PSSE), avec une modélisation détaillée de l'ensemble des équipements de la centrale utilisant des SERMO (représentation individuelle des SERMO et des artères du réseau collecteur à moyenne tension), que la centrale rencontre l'étendue du profil de sous-tension de l'exigence LVRT présentée au tableau 1 en annexe. Aucun déclenchement de groupe ou d'équipement de compensation dans la centrale n'est autorisé durant et suite à l'événement simulé.

¹ Toute source primaire d'énergie ou issue d'un système de stockage apte à fournir de la puissance active et utilisant la technologie des convertisseurs CC-CA pour se raccorder au réseau (p.ex. : énergie éolienne, irradiation solaire, énergie stockée dans une batterie, etc.).

- Cette démonstration doit être réalisée par l'application de sous-tensions de composantes directes, au point haute tension, atteignant des valeurs de 0 p.u. pendant 0,15 seconde, 0,1 p.u. pendant 0,5 seconde, 0,25 p.u. pendant 1 seconde, 0,75 p.u. pendant 2 secondes et 0,85 p.u. pendant 30 secondes. Les sous-tensions appliquées sont imposées par le réseau et ne doivent pas être altérées par la centrale utilisant des SERMO.
- L'utilisation d'équipement de compensation statique et/ou dynamique est permise pour rencontrer l'étendue du profil de sous-tension de l'exigence LVRT.
- Le blocage des onduleurs est permis selon les conditions spécifiées au paragraphe 12.2.1.1 des Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec.
- Les éléments shunt, lorsque présents, doivent être simulés en et hors service et aucun enclenchement ou déclenchement de ces équipements (autre que ceux compris dans un système de compensation dynamique) n'est permis durant et suite à l'événement simulé.

2. Comportement en surtension (HVRT) de la centrale utilisant des SERMO

L'exigence en surtension (HVRT) est définie par un profil de surtension en fonction du temps, et s'applique à la tension du côté haute tension du poste de départ (point haute tension). Deux méthodes, au choix du producteur, sont acceptées par Hydro-Québec pour démontrer le respect de l'exigence (a ou b) :

a) Exigence vérifiée aux bornes des SERMO:

- Le producteur doit démontrer, au moyen des caractéristiques techniques fournies par le fabricant des SERMO, que la capacité des SERMO installées dans la centrale rencontre toute l'étendue du profil de surtension de l'exigence HVRT, présentée dans le tableau 2 en annexe.

b) Exigence vérifiée aux bornes des SERMO et au point haute tension:

- Si les caractéristiques techniques fournies par le fabricant ne permettent pas de vérifier que la centrale rencontre l'exigence HVRT pour une tension de composante directe supérieure à 1,1 p.u. et jusqu'à 1,25 p.u., le producteur doit démontrer, au moyen de simulations de type transitoire (EMTP), avec une modélisation détaillée de l'ensemble des équipements de la centrale (représentation individuelle des SERMO et des artères du réseau collecteur à moyenne tension), que la centrale rencontre l'étendue du profil de surtension de l'exigence HVRT supérieure à 1,1 p.u. et jusqu'à 1,25 p.u. pour une durée totale de 300 secondes. Aucun déclenchement de groupe ou d'équipement de compensation dans la centrale n'est autorisé durant et suite à l'événement simulé.

→ Cette démonstration doit être réalisée par l'application de surtensions de composante directe, au point haute tension, atteignant des valeurs successives de 1,25 p.u. pendant 2 secondes, de 1,2 p.u. pendant 30 secondes, puis de 1,15 p.u. pour une durée totale de 300 secondes. Les surtensions appliquées sont imposées par le réseau par l'utilisation d'une source sans impédance raccordée au point haute tension.

- Si les caractéristiques techniques fournies par le manufacturier ne permettent pas de vérifier que la centrale rencontre l'exigence HVRT pour une tension de composante directe égale et supérieure à 1,4 p.u., le producteur doit démontrer, au moyen de simulations du type transitoire électromagnétique (EMT), avec une modélisation détaillée de l'ensemble des équipements de la centrale (représentation individuelle des SERMO et des artères du réseau collecteur à moyenne tension) incluant l'action des systèmes de protection, que la centrale rencontre l'exigence HVRT pour une tension de composante directe égale et supérieure à 1,4 p.u. pour une durée totale de 6 cycles. Aucun déclenchement de groupe ou d'équipement de compensation dans la centrale n'est autorisé durant et suite à l'événement simulé.
 - Cette démonstration doit être réalisée par l'application d'une surtension de composante directe égale à 1,4 p.u. à la fréquence fondamentale durant 6 cycles au point haute tension, à laquelle est superposée, aux deux premiers cycles seulement, une tension harmonique d'une amplitude atteignant la limite en surtension imposée par les parafoudres installés par le producteur. Le producteur doit au préalable faire approuver par Hydro-Québec la composition (forme d'onde) du signal de tension qui se superpose à la tension fondamentale durant les deux cycles.
- L'utilisation d'équipement de compensation statique et/ou dynamique est permise pour rencontrer l'étendue du profil de surtension de l'exigence HVRT.
- Le blocage des onduleurs est permis selon les conditions spécifiées au paragraphe 12.2.2.1 des Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec.
- Les éléments shunt, lorsque présents, doivent être simulés en et hors service et aucun enclenchement ou déclenchement de ces équipements (autre que ceux compris dans un système de compensation dynamique) n'est permis durant et suite à l'événement simulé.

Conditions d'exploitation de la centrale dans les simulations :

Pour les démonstrations des exigences LVRT et HVRT à l'aide de simulations, il faut ajuster les paramètres de manière à ce que la centrale utilisant des SERMO soit préalablement exploitée à une tension fixée à 1,0 p.u. et 0 Mvar au point haute tension. De plus, pour la démonstration de l'exigence HVRT supérieure à 1,4 p.u., il faut simuler l'application de la surtension seule et également précéder l'application de la surtension d'un creux de tension à 0,6 p.u. durant 6 cycles de façon à solliciter une forte production réactive à la centrale durant ce creux de tension. Tous les équipements doivent être en service (à l'exception des éléments shunt qu'il faut également simuler hors service). La condition N-1 n'est pas exigée dans les démonstrations.

Équipements de compensation statique et dynamique :

La centrale utilisant des SERMO comprend, le cas échéant, les équipements de compensation statique (filtres) et dynamique (statcom, dvar etc.) servant au respect des exigences techniques en sous-tension et/ou surtension. Ces équipements doivent donc avoir des caractéristiques techniques qui leur permettent de respecter les exigences techniques en sous tension, en surtension et en fréquence.

3. Régulation de tension et facteur de puissance

- Le producteur doit démontrer que la centrale utilisant des SERMO respecte l'exigence concernant le facteur de puissance (FP), qui prévoit que la centrale puisse fournir ou absorber une quantité de puissance réactive correspondant à un FP capacitif et inductif égal ou inférieur à 0,95 (calculé à partir de la puissance assignée totale des groupes en service) au point haute tension, tel qu'illustré par la figure 1 annexée.
 - Cette démonstration doit être réalisée en suivant le « Gabarit Étude d'écoulement de puissance pour le respect du facteur de puissance », version de Décembre 2022, disponible sur [la page web d'Hydro-Québec dédiée au raccordement de centrales](#), sous la rubrique « Exigences techniques, normes et codes ».

ANNEXE

Tableau 1: Durées minimales durant lesquelles la centrale utilisant des SERMO doivent demeurer en service lors d'une sous-tension

Sous-tension (p.u.) ¹	Durée minimale (secondes)
$0,9 \leq V \leq 1,0$	En continu
$V < 0,9$	30
$V < 0,85$	2,0
$V < 0,75$	1,0
$V < 0,25$	$3,4 * V \text{ (p.u.)} + 0,15$

1. Tension de composante directe du côté haute tension du poste de départ.

Tableau 2: Durées minimales durant lesquelles la centrale utilisant des SERMO doit demeurer en service lors d'une surtension

Surtension (p.u.) ¹	Durée minimale (secondes)
$1,0 \leq V \leq 1,10$	En continu
$V > 1,10$	300
$V > 1,15$	30
$V > 1,20$	2
$V > 1,25$	0,10
$V > 1,40$	0,033

1. Tension de composante directe du côté haute tension du poste de départ.

Figure 1 : Puissance réactive disponible du côté haute tension du poste de départ en fonction de la tension de composante directe en exploitation normale

