



**Addenda n° 4 à la norme E.12-01**  
***Exigences relatives au raccordement de  
la production décentralisée au réseau de  
distribution moyenne tension  
d'Hydro-Québec***

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>1</b>	de <b>15</b>
approuvé par		date

préparé par	validé par	date	approuvé par	date
Dominique Guérette, ing. Stratégie réseau	Pierre G. Goulet, ing., chef Stratégie réseau		Maude Gauthier, ing., chef Évolution du réseau	

## **OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION**

Le présent addenda vient modifier la norme E.12-01, *Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution moyenne tension d'Hydro-Québec*, entrée en vigueur en février 2009 et vise à en préciser la portée.

Le présent addenda vient également annuler les addendas n° 2 et 3 à la norme E.12-01 puisqu'ils sont inclus et modifiés par le présent addenda.

Lors de la prochaine mise à jour de la norme, les modifications contenues dans cet addenda y seront intégrées.

## **DESCRIPTION DES MODIFICATIONS**

**L'ensemble du texte de la norme E.12-01 est sujet à ces modifications :**

Les expressions « installations munies d'onduleurs », « éoliennes », « centrales éoliennes » et « onduleurs » sont remplacées par le terme SERMO.

**Le paragraphe 1 de la norme E.12-01 est remplacé par le paragraphe suivant :**

### **1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION**

La présente norme définit les exigences et les spécifications techniques minimales de raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution moyenne tension (MT) d'Hydro-Québec. Elle s'applique également lorsqu'une centrale existante fait l'objet d'une modification ou d'une réfection.

Compte tenu de la diversité des moyens de production, des modes de raccordement et des contraintes de réseau qui peuvent se présenter, Hydro-Québec peut définir certaines exigences spécifiques au moment de l'étude de chaque cas.

Les sources d'énergie raccordées au moyen d'onduleurs (SERMO) comportent certains aspects techniques spécifiques. Les exigences complémentaires propres à cette technologie sont énoncées à la section 12 du présent document.

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>2</b>	de <b>15</b>

**Le paragraphe 4 de la norme E.12-01 est modifié en y ajoutant les références suivantes :**

#### **4 ENCADREMENTS CONNEXES**

- C.42-01, *Modalités d'exploitation entre Hydro-Québec et l'exploitant d'une installation de production d'électricité raccordée au réseau de distribution;*
- E.12-12, *Exigences pour l'installation et le raccordement de l'unité de télécommande et de télésignalisation des installations des producteurs indépendants et des autoproducteurs raccordés au réseau moyenne tension d'Hydro-Québec;*

**Le paragraphe 4 de la norme E.12-01 est modifié en y ajoutant les définitions suivantes :**

#### **4 DÉFINITION**

**Source d'énergie raccordée au moyen d'onduleurs (SERMO) :** 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.).

**UTAPP :** Unité de télécommande et d'acquisition des producteurs privés.

**Le paragraphe 7.4 de la norme E.12-01 est remplacé par ce qui suit :**

#### **7.4 Régulation de tension et facteur de puissance**

L'exploitation de la centrale ne doit pas entraîner la tension au point commun de raccordement (PCR) ou à tout autre point du réseau d'Hydro-Québec à l'extérieur des limites permises en conditions normales d'exploitation présentées au paragraphe 5.1.

La section 11.1 énonce les exigences en ce qui concerne le régulateur de tension aussi utilisé pour la régulation du facteur de puissance de la centrale.

En général, les centrales doivent maintenir un facteur de puissance (FP) unitaire au PCR. Hydro-Québec peut toutefois exiger un FP différent à l'intérieur de la plage de puissance réactive que les installations du producteur doivent rendre disponible au réseau en régime permanent. Les centrales de moins de 5 MW doivent rendre disponible au PCR une plage de puissance réactive équivalente ou supérieure à un FP assigné inductif ou capacitif de 0,95 tandis que les centrales de 5 MW et plus doivent rendre disponible au PCR une plage de puissance réactive équivalente ou supérieure à un FP assigné inductif ou capacitif de 0,9. Ces plages de puissance réactive doivent être disponibles dans toute la plage de production de puissance active.

La consigne de FP assignée par Hydro-Québec pourra prendre la forme d'une valeur constante, d'une valeur assignée en fonction du temps (la période de l'année par exemple) ou d'autres conditions déterminées par Hydro-Québec.

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>3</b>	de <b>15</b>

Certaines restrictions s'appliquent lorsque des condensateurs sont installés à la centrale dans le but, par exemple, de compenser le FP au PCR. Le paragraphe 8.9 énonce ces restrictions.

Hydro-Québec informera le producteur du mode d'exploitation du régulateur de tension qui devra être mis en œuvre à la centrale. Les deux modes d'exploitation, soit la régulation du FP et la régulation de la tension, devront toutefois rester disponibles.

**Le paragraphe 7 de la norme E.12-01 est modifié en y ajoutant les paragraphes suivants :**

### **7.5 Immunité aux variations de tension**

La centrale doit être conçue de façon à pouvoir générer sa pleine puissance d'exploitation lorsque la tension au PCR est maintenue à l'intérieur de +/- 10% de la tension nominale du réseau de distribution MT.

### **7.6 Immunité à la tension de séquence inverse**

La centrale doit être conçue de façon à pouvoir générer sa pleine puissance et être exploitée en continu en présence de la tension de séquence inverse au point de raccordement qui est habituelle sur le réseau d'Hydro-Québec Distribution, en plus de continuer à opérer pendant des événements exceptionnels.

Hydro-Québec Distribution vise à livrer une tension sur son réseau qui comporte<sup>1</sup> :

- Moins de 2 % de tension de séquence ( $V_2/V_1$ ) inverse en conditions habituelles d'exploitation;
- Moins de 3 % de tension de séquence inverse ( $V_2/V_1$ ) pour un réseau comportant de longs embranchements biphasés ou monophasés;

et ce, 95 % du temps sur une période d'une semaine.

En ce qui concerne les événements exceptionnels, la centrale doit continuer à opérer sans interruption en présence des conditions suivantes<sup>2</sup>:

- 6 % de tension de séquence inverse pour une durée de 30 secondes;
- 13 % de tension de séquence inverse pour une durée de 15 secondes;
- 25 % de tension de séquence inverse pour une durée de 0,1 seconde.

### **7.7 Immunité au courant de séquence homopolaire présent sur le réseau**

En prenant en compte sa contribution au courant de séquence homopolaire liée aux caractéristiques du réseau d'Hydro-Québec, la centrale doit être conçue de façon à pouvoir générer sa pleine puissance et être exploitée en continu en présence du courant de séquence homopolaire qui est habituel sur le réseau d'Hydro-Québec Distribution, en plus de continuer à opérer pendant des événements exceptionnels.

<sup>1</sup> Extrait du document *Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux moyenne et basse tension d'Hydro-Québec*.

<sup>2</sup> Extrait du Tableau 1 de la norme CSA CEI/IEC 61000-4-27:01 (confirmée en 2019).

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>4</b>	de <b>15</b>

En conditions habituelles d'exploitation, la centrale doit être immunisée envers les déséquilibres de tension homopolaire ( $V_0/V_1$ ) allant jusqu'à 4 %.

En ce qui concerne les événements exceptionnels, la centrale doit continuer à opérer sans interruption lors d'un défaut phase-terre sur une ligne adjacente<sup>3</sup>. À cette fin, le producteur doit tenir compte de la contribution de la centrale au courant de séquence homopolaire dans un défaut franc de type phase-terre.

**Le paragraphe 8.7 de la norme E.12-01 est remplacé par le paragraphe suivant :**

### **8.7 Disjoncteur principal**

Les installations du producteur doivent être munies d'un disjoncteur afin de prévenir des dommages à leurs installations ou à celles d'Hydro-Québec. Le disjoncteur principal doit être situé en amont (côté réseau) de tout équipement de production du producteur. Le déclenchement du disjoncteur principal sera initié par les différents relais ou fonctions de protection. Son pouvoir de coupure doit être suffisant pour interrompre les défauts de toute nature qui surviennent dans les installations du producteur ou sur le réseau d'Hydro-Québec.

Le disjoncteur principal doit être muni d'une bobine d'ouverture et d'une bobine de fermeture distincte afin de permettre le raccordement de l'UTAPP en conformité avec la norme E.12-12. Le tableau II présente les caractéristiques que doivent respecter les disjoncteurs raccordés au réseau moyenne tension d'Hydro-Québec.

**Le paragraphe 8.8 de la norme E.12-01 est remplacé par le paragraphe suivant :**

### **8.8 Impédance de mise-à-la-terre**

L'utilisation d'une impédance de mise-à-la-terre au point neutre du transformateur principal ou au point neutre des alternateurs de la centrale s'avère habituellement nécessaire pour diminuer la contribution de la centrale aux défauts phase-terre du réseau d'Hydro-Québec et respecter les règles de protection énumérées au sous-paragraphe 10.6.1.

La valeur de l'impédance dépend des caractéristiques du réseau d'Hydro-Québec et des installations du producteur. Elle doit être établie par le producteur et acceptée par Hydro-Québec. Sa valeur doit faire en sorte que le régime du neutre au point de raccordement demeure effectivement mis à la terre.

Hydro-Québec recommande l'utilisation d'un ratio  $X_0/X_1$  entre 2 et 3 lors du dimensionnement d'une impédance de mise-à-la-terre. Le producteur peut également choisir d'installer un transformateur de mise-à-la-terre. La solution retenue doit être approuvée par Hydro-Québec.

<sup>3</sup> Le défaut étudié doit être situé directement en aval du disjoncteur ayant le réglage le plus lent alimenté par la même barre du poste d'intégration que la ligne du producteur. La durée du défaut doit correspondre au temps d'ouverture du disjoncteur pour son réglage le plus lent.

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>5</b>	de <b>15</b>

**Le paragraphe 8.10 de la norme E.12-01 est remplacé par le paragraphe suivant :**

### **8.10 Services auxiliaires**

Les services auxiliaires nécessaires au fonctionnement de la centrale doivent rester fonctionnels en tout temps et ne pas cesser d'être alimentés suite à l'ouverture du disjoncteur principal de la centrale lorsque l'alimentation est maintenue au point de raccordement par Hydro-Québec.

De plus, les services auxiliaires ne doivent pas, directement ou indirectement, causer de déclenchement pendant les conditions de variations de tension et de fréquence à l'intérieur des zones de déclenchement prohibé, tel que décrit au paragraphe 10.6.

**Le paragraphe 9 de la norme E.12-01 est modifié en y ajoutant le paragraphe suivant :**

## **9 EXIGENCES RELATIVES À LA PROTECTION DES ÉQUIPEMENTS DE LA CENTRALE**

[...]

Le producteur doit protéger correctement ses équipements contre tout court-circuit pouvant se produire entre le point de raccordement et le disjoncteur principal. Afin de répondre à cette exigence, Hydro-Québec recommande, sans s'y limiter, l'utilisation d'un autosectionneur raccordé immédiatement en aval du point de raccordement. Le moyen de protection retenu par le producteur doit être accepté par Hydro-Québec.

**Le paragraphe 10.3 de la norme E.12-01 est remplacé par le paragraphe suivant :**

### **10.3 Alimentation des relais**

Pour les systèmes de production de plus de 300 kW, l'alimentation des relais en courant continu doit s'effectuer à partir d'un service auxiliaire comprenant des batteries d'accumulateurs reliées en parallèle avec un chargeur. L'utilisation d'une alimentation statique sans coupure (communément appelée UPS) est permise pour alimenter les relais en courant alternatif. L'alimentation des relais en courant continu ou en courant alternatif doit posséder une autonomie minimale de 15 minutes. La perte d'alimentation des relais de protection doit être utilisée dans les conditions de déclenchement du dispositif de protection de la centrale selon la logique suivante :

- Lors de l'utilisation d'un seul relais pour une fonction de protection requise par Hydro-Québec, la perte d'alimentation de ce relais doit déclencher sans délai le dispositif de protection de la centrale;

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>6</b>	de <b>15</b>

- Lors de l'utilisation de deux relais indépendants pour la même fonction de protection requise par Hydro-Québec, il est permis que la perte d'alimentation d'un des relais transmette une alarme sans déclencher le dispositif de protection de la centrale. Cependant, la perte d'alimentation des deux relais indépendants doit déclencher sans délai le dispositif de protection de la centrale.

Pour les systèmes de production de 300 kW et moins, d'autres méthodes ou systèmes peuvent être acceptés par Hydro-Québec s'il peut lui être démontré que le dysfonctionnement du système de protection déclenchera le disjoncteur du producteur sans temporisation.

**Le paragraphe 10.8 de la norme E.12-01 est remplacé par le paragraphe suivant :**

### **10.8 Étude de raccordement**

L'étude de raccordement doit habituellement débiter 18 mois avant la date de mise en service prévue de l'installation. Afin de guider la réalisation de l'étude de raccordement, Hydro-Québec fournit un gabarit d'étude ainsi que les informations nécessaires au producteur (voir l'annexe C à titre d'exemple). Au fur et à mesure de l'avancement du projet de centrale, le producteur doit transmettre à Hydro-Québec différents livrables techniques réunis à l'intérieur de cette étude de raccordement. Celle-ci doit être approuvée par un ingénieur.

Les résultats de l'étude de raccordement pourraient faire en sorte que certaines modifications doivent être apportées au réseau du distributeur. Ces modifications pourraient retarder l'autorisation de la mise en service.

L'étude de raccordement finale signée, incluant les réglages définitifs, doit être remise à Hydro-Québec deux mois avant la mise en service prévue. L'acceptation finale de l'installation ne peut être autorisée tant qu'Hydro-Québec n'est pas satisfaite de cette étude et en aura accepté le contenu.

Les différents rapports d'essais doivent être consignés à l'intérieur de l'étude de raccordement. Afin de vérifier la conformité de la centrale, Hydro-Québec fournit une liste d'essais de validation et de performance.

L'étude de raccordement finale signée doit être mise à la disposition d'Hydro-Québec sur demande.

**Le paragraphe 11.1 de la norme E.12-01 est remplacé par ce qui suit :**

### **11.1 Régulateurs de tension**

Lorsqu'une centrale est exploitée en mode FP, l'opération du régulateur de tension ne doit pas nuire au bon fonctionnement de la protection de tension requise au paragraphe 10.6.2.2.

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>7</b>	de <b>15</b>

En plus de la régulation du FP, la centrale doit être capable de participer à la régulation de la tension du réseau de distribution en régime permanent à l'aide d'un automatisme de régulation de la tension. Hydro-Québec informera le producteur du mode d'exploitation du régulateur de tension qui devra être mis en œuvre à la centrale.

La régulation de la tension peut être réalisée par les groupes ou par des équipements ajoutés à la centrale. Dans tous les cas, l'efficacité de la régulation de la tension assurée par la centrale doit être comparable à celle d'une centrale équipée d'alternateurs synchrones.

L'automatisme de régulation de la tension doit permettre à la centrale de fournir et absorber, en exploitation normale, la quantité de puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif et inductif égal ou inférieur à 0,95 (ou 0,9 selon les critères du paragraphe 7.4) au PCR<sup>4</sup>. La fonction doit comporter une caractéristique de statisme permanent ajustable entre 0 % et 10 %<sup>5</sup>. Les réglages seront fournis par Hydro-Québec.

Hydro-Québec Distribution pourrait accepter qu'une centrale asynchrone n'ait pas de système automatique de régulation de la tension, notamment lorsque le niveau de court-circuit au PCR est nettement plus élevé que la puissance installée de la centrale.

**Le paragraphe 11.3 de la norme E.12-01 est modifié en y ajoutant le paragraphe suivant :**

### **11.3 Synchronisation de la centrale avec le réseau d'Hydro-Québec**

Avant de fermer le disjoncteur principal, les protections de la centrale doivent valider que le réseau est stable durant une période minimale de 5 minutes, c'est-à-dire que l'amplitude de la tension est à l'intérieur de +/- 10% et que la fréquence de la tension se situe à l'intérieur de +/- 0,6 Hz.

**Le paragraphe 12 de la norme E.12-01 est remplacé par ce qui suit :**

## **12 EXIGENCES SPÉCIFIQUES RELATIVES AUX SERMO**

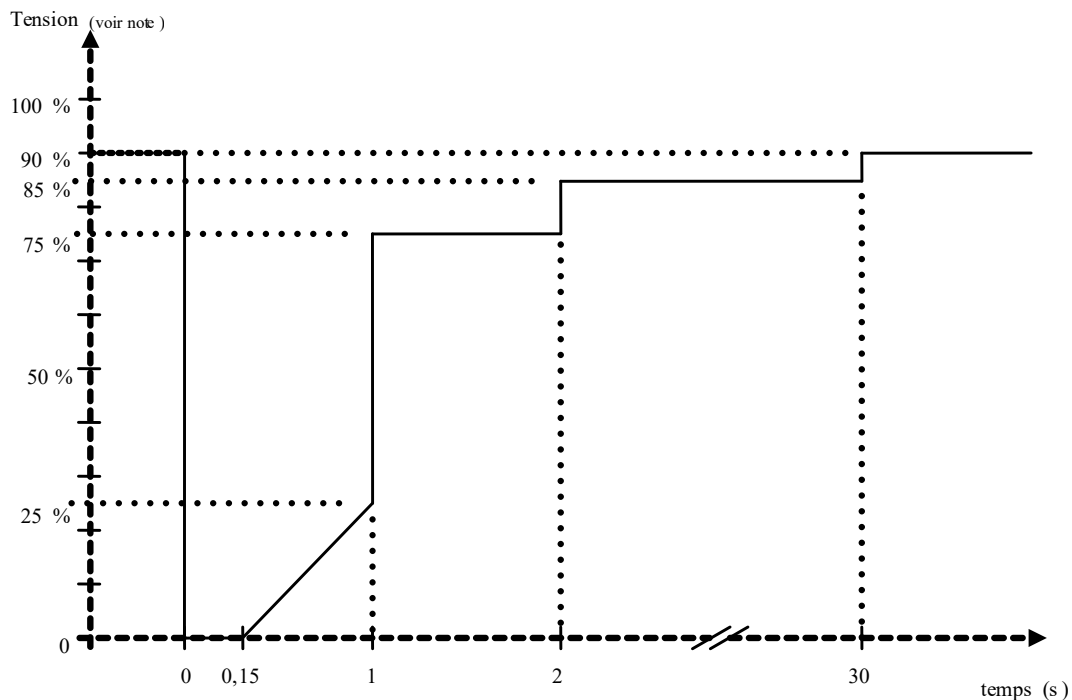
Afin de couvrir les aspects techniques complémentaires propres aux sources d'énergie raccordées au moyen d'onduleurs (SERMO), des exigences spécifiques sont requises. Elles s'ajoutent ou modifient celles déjà énoncées dans la présente norme. Elles assurent que, lors de perturbations sur le réseau, la centrale contribuera au maintien de la stabilité du réseau et au rétablissement de la tension et de la fréquence.

<sup>4</sup> Cette exigence est valable autant dans la situation où la centrale injecte de la puissance active au point commun de raccordement que la situation où elle en absorbe (centrale hybride ou système de stockage d'énergie).

<sup>5</sup> Cette fonction peut être remplacée par une fonction Volt-VAR conformément aux normes IEEE 1547-2018 et CSAC22.3 No. 9:20.

## 12.1 Exigences lors de sous-tension «Low-Voltage Ride-Through» (LVRT)

La centrale utilisant des SERMO doit être conçue, réalisée et exploitée de manière à demeurer en service et ne pas déclencher, directement ou indirectement, pour la zone au-dessus de la courbe présentée à la figure 4. Pour le réglage de la protection de tension, on doit se référer à la figure 3.



**Figure 1 – Courbe caractéristique du LVRT pour les centrales utilisant des SERMO**

Note: L'amplitude représente la tension phase-terre en pourcentage de la tension nominale du réseau auquel se raccorde la centrale.

## 12.2 Régulation de tension

L'automatisme de régulation de la tension doit permettre à toute centrale utilisant des SERMO de fournir et absorber, en exploitation normale, la quantité de puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif et inductif égal ou inférieur à 0,95 (ou 0,9 selon les critères du paragraphe 7.4) au PCR<sup>6</sup>. Une fonction Volt-VAR doit être rendue disponible et cette fonction doit être conforme aux spécifications de la norme IEEE 1547-2018 ou CSA C22.3 No. 9:20. Les réglages seront fournis par Hydro-Québec.

<sup>6</sup> Cette exigence est valable autant dans la situation où la centrale injecte de la puissance active au point commun de raccordement que la situation où elle en absorbe (centrale hybride ou système de stockage d'énergie).



numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>9</b>	de <b>15</b>

### **12.3 Régulation de fréquence**

Les exigences en matière de régulation de fréquence pour les centrales utilisant des SERMO sont spécifiées dans le document « *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec* ».

### **12.4 Exigence lors de variation de fréquence**

La centrale utilisant des SERMO doit être conçue de manière à ce qu'elle puisse demeurer en service lors d'une variation de la fréquence du réseau en régime perturbé de  $\pm 4$  Hz/seconde.

### **12.5 Taux maximaux de rampe lors des montées ou des baisses de la puissance**

La centrale utilisant des SERMO doit être conçue de manière à pouvoir respecter les taux maximaux de rampe suivants, lors des montées ou des baisses volontaires de leur puissance active produite :

- rampe avec un temps minimal ajustable de 2 à 60 minutes pour une variation de production de 0 MW (départ à l'arrêt) à Pmax (puissance maximale) de la centrale ;
- rampe avec un temps minimal ajustable de 2 à 60 minutes pour une variation de production de Pmax (puissance maximale) à 0 MW (arrêt) de la centrale.

Lors des variations de la puissance active durant l'exploitation normale, la centrale doit respecter les exigences en termes de fluctuations de tension décrites au paragraphe 7.1.

### **12.6 Arrêt de la centrale en prévision de conditions climatiques sévères**

La centrale utilisant des SERMO doit être conçue et réalisée de manière à pouvoir réduire sa puissance graduellement sur une période variant entre 1 et 4 heures lorsqu'une prévision de grand froid, de forts vents, de verglas, d'enneigement rapide, de fortes précipitations de neige, d'une éclipse solaire ou de tout autre phénomène naturel ou condition climatique sévère oblige son arrêt graduel.

### **12.7 Informations techniques à transmettre**

À moins d'avis contraire de la part d'Hydro-Québec, le producteur doit fournir les données ainsi qu'un ou des modèles détaillés de la centrale utilisant des SERMO nécessaires à la réalisation des études de comportement dynamique. Le producteur doit également fournir les informations et données nécessaires à la réalisation des études de phénomènes électromagnétiques transitoires par la transmission d'un modèle EMTP. Les exigences détaillées sont spécifiées dans le document « *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec* ».

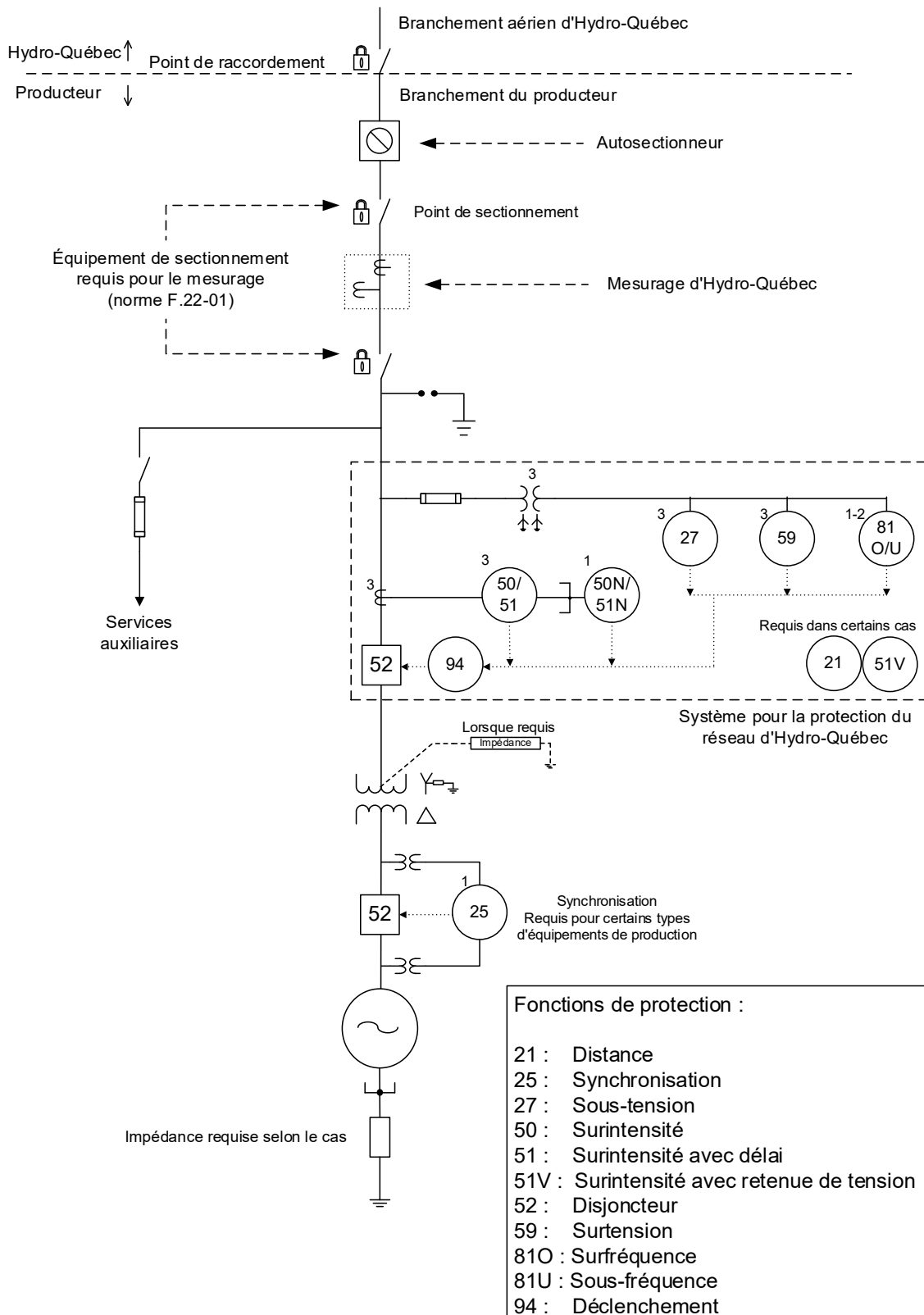
<b>Les annexes B et C de la norme E.12-01 sont remplacées par les annexes suivantes :</b>
---

**Addenda n° 4 à la norme E.12-01**  
*Exigences relatives au raccordement de  
la production décentralisée au réseau de  
distribution moyenne tension  
d'Hydro-Québec*

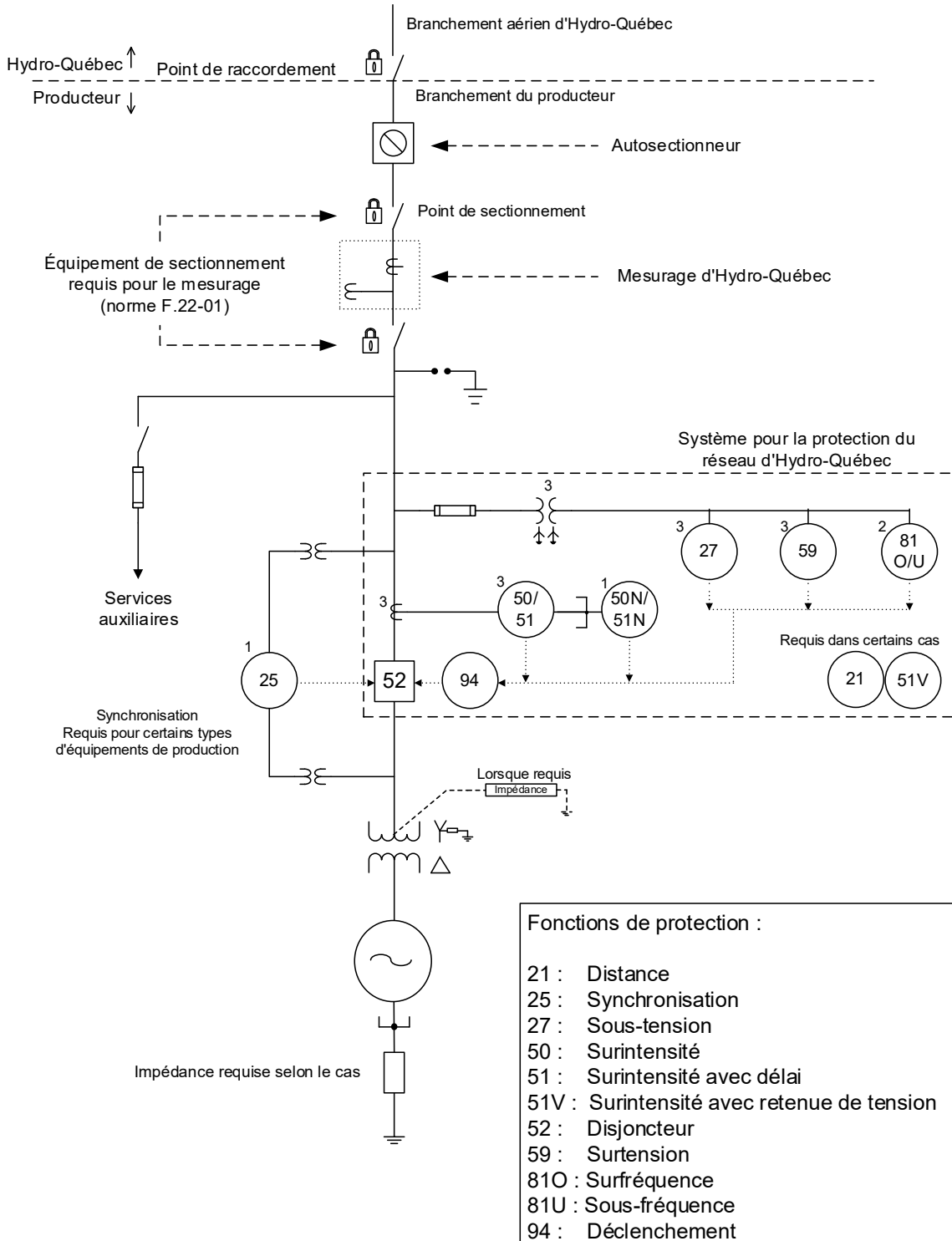
numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>10</b>	de <b>15</b>

**ANNEXE B**

**Schémas types de raccordement et de protection  
des installations**

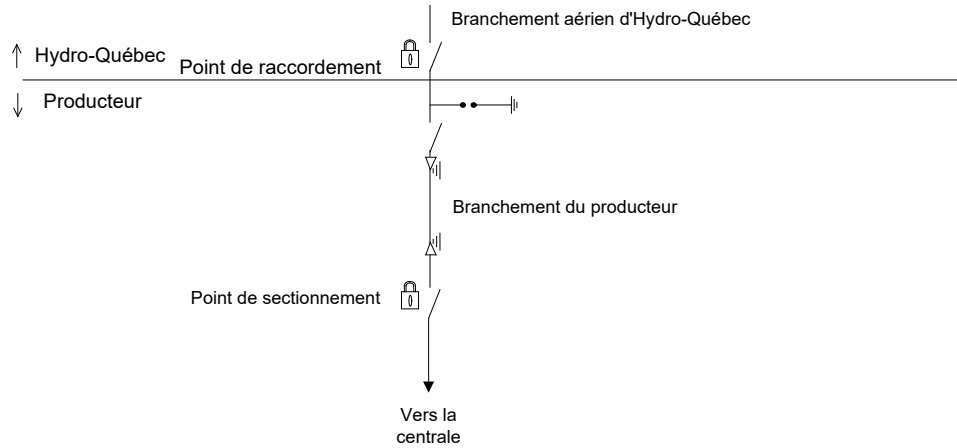


**Figure 5 – Raccordement aérien-aérien MT, synchronisation à basse tension**

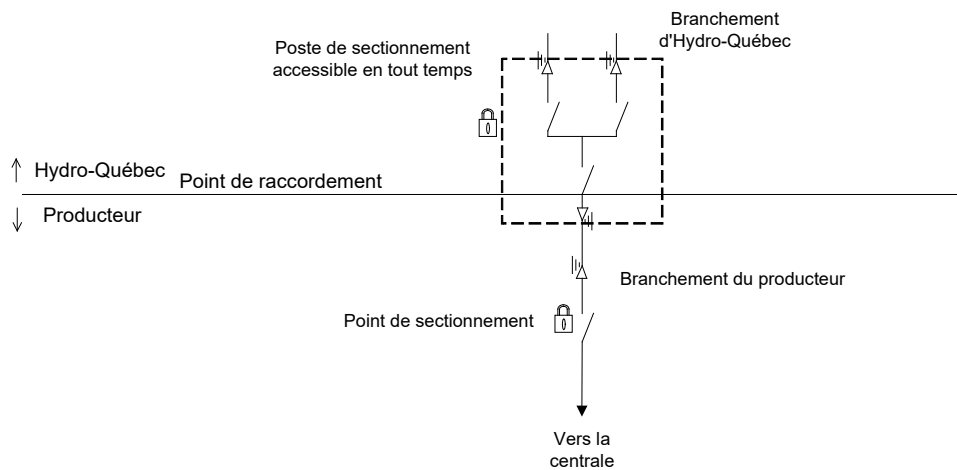


**Figure 6 – Raccordement aérien-aérien MT, synchronisation à moyenne tension**

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>13</b>	de <b>15</b>



**Figure 7 – Raccordement aérien-souterrain MT**



**Figure 8 – Raccordement souterrain-souterrain MT**



**Addenda n° 4 à la norme E.12-01**  
***Exigences relatives au raccordement de  
la production décentralisée au réseau de  
distribution moyenne tension  
d'Hydro-Québec***

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>14</b>	de <b>15</b>

**ANNEXE C**

**Contenu de l'étude de raccordement du producteur**

numéro	<b>E.12-01A-4</b>	
en vigueur le	<b>2021-12</b>	
page	<b>15</b>	de <b>15</b>

## **CONTENU DE L'ÉTUDE DE RACCORDEMENT DU PRODUCTEUR**

Le producteur doit transmettre à Hydro-Québec une étude de raccordement de la centrale approuvée par un ingénieur. Afin de réaliser l'étude de raccordement, Hydro-Québec fournit un gabarit d'étude dont voici un exemple de contenu.

1. INTRODUCTION
    - 1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE
    - 1.2. PARTICULARITÉS DU PROJET
    - 1.3. DÉVELOPPEMENTS FUTURS
  2. CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS ET DU RÉSEAU D'HYDRO-QUÉBEC
    - 2.1. CARACTÉRISTIQUES DE LA CENTRALE
      - 2.1.1. Schéma unifilaire des installations de la centrale
      - 2.1.2. Schéma de communication (UTAPP et Télédéclenchement)
      - 2.1.3. Schéma de commande (ou de logique) de protection
      - 2.1.4. Schéma du bâtiment de commande
      - 2.1.5. Caractéristiques des transformateurs, équipements de production et systèmes de protection
      - 2.1.6. Prévisions de la répartition mensuelle de la production
    - 2.2. CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU D'HYDRO-QUÉBEC
      - 2.2.1. Schéma unifilaire et caractéristiques du poste
      - 2.2.2. Schéma unifilaire de la ligne
      - 2.2.3. Caractéristiques des conducteurs de la ligne
      - 2.2.4. Courbes de réglages des systèmes de protection d'Hydro-Québec et séquences d'opération
      - 2.2.5. Contribution d'Hydro-Québec au court-circuit monophasé et triphasé
      - 2.2.6. Impédances harmoniques au point commun de raccordement (si requis)
      - 2.2.7. Limites d'émissions (si requis)
  3. CALCUL ET ANALYSE
    - 3.1. CALCUL ET ANALYSE DES DÉFAUTS
      - 3.1.1. Évaluation de l'impédance de mise à la terre
      - 3.1.2. Calcul des défauts  $3\Phi$ ,  $2\Phi$ ,  $\Phi$ -T et  $\Phi$ -T ( $Z_f=13.3\Omega$ )
      - 3.1.3. Vérification de la coordination des fusibles avec les réglages proposés
    - 3.2. CALCUL ET ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'ONDE
      - 3.2.1. Calcul de niveau 1 de papillotement
      - 3.2.2. Calcul de niveau 1 d'émission d'harmoniques
    - 3.3. CALCUL ET ANALYSE DU TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE
    - 3.4. CALCUL DE L'EFFET D'UNE LIGNE DÉSÉQUILIBRÉE
  4. RÉGLAGES DES RELAIS ET COURBES DE COORDINATION
    - 4.1. PROTECTION D'ENTRÉE MT
    - 4.2. TABLEAU DES RÉSULTATS
    - 4.3. COURBES DE COORDINATION DES PROTECTIONS
  5. PROCÉDURES
    - 5.1. PROCÉDURE D'ESSAIS HORS-RÉSEAU
    - 5.2. PROCÉDURE D'ESSAIS EN-RÉSEAU
    - 5.3. PROCÉDURE D'ESSAIS DE VALIDATION
    - 5.4. PROCÉDURE DE MISE EN EXPLOITATION
- ANNEXES
- ANNEXE 1 : SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES FOURNIES PAR LE MANUFACTURIER  
ANNEXE 2 : CALCUL DU PAPILLOTEMENT DE NIVEAU 2 (SI REQUIS)  
ANNEXE 3 : CALCUL DES HARMONIQUES DE NIVEAU 2 (SI REQUIS)  
ANNEXE 4 : RÉGLAGES DES PROTECTIONS DU RÉSEAU HQ  
ANNEXE 5 : RAPPORT D'ESSAIS HORS-RÉSEAU  
ANNEXE 6 : RAPPORT D'ESSAIS EN-RÉSEAU  
ANNEXE 7 : RAPPORT D'ESSAIS DE VALIDATION