

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## Champ d'application

Groupe(s) concerné(s) <b>Exploitation et infrastructures</b> <b>Planification énergétique et expérience client</b>
Processus concernés <b>Raccordement d'un producteur d'électricité au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b> <b>Raccordement d'un autoproducteur au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>
Précisions sur le champ d'application <b>La présente norme définit les exigences et les spécifications techniques minimales de la production décentralisée raccordée au réseau de distribution basse tension (BT) et au réseau de distribution moyenne tension (MT) d'Hydro-Québec.</b>  <b>Elle s'adresse aux autoproducteurs, aux autoproductrices et aux producteurs d'électricité.</b>

## Table des matières

Champ d'application.....	1
Table des matières.....	1
Définitions .....	6
Acronymes et abréviations.....	7
1 Objet et domaine d'application.....	8
2 Portée .....	9
3 Encadrements connexes .....	9
4 Caractéristiques du réseau de distribution.....	10
4.1 Renseignements généraux.....	10
4.2 Régime du neutre .....	11
4.3 Réseau aérien BT.....	11
4.4 Réseau souterrain BT.....	12
4.5 Réseau aérien MT .....	12
4.6 Réseau souterrain MT .....	12
4.7 Point de raccordement .....	12
4.7.1 Autoproducteur, autoproductrice ou centrale raccordée au Réseau BT .....	12
4.7.2 Centrale raccordée au réseau aérien MT .....	12
4.7.3 Centrale raccordée au réseau souterrain MT .....	13
4.7.4 Centrale raccordée dans un poste client MT existant.....	13
4.7.5 Autoproductrice ou autoproducteur raccordé au réseau MT .....	13

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

5	Exigences générales .....	13
5.1	Puissance nominale totale maximale .....	13
5.2	Exigences complémentaires pour une IPE de 250 kW et plus .....	15
5.3	Régime du neutre .....	15
5.3.1	SERMO .....	16
5.3.2	Autoproductrice et autoproducteur équipé de SERMO.....	17
5.4	Point de sectionnement d'Hydro-Québec .....	19
5.5	Conception .....	19
5.6	Autorisations municipales et gouvernementales.....	19
5.7	Informations à transmettre à Hydro-Québec.....	19
5.8	Étude d'intégration.....	20
5.9	Étude de raccordement .....	20
5.10	Schémas types de raccordement .....	21
5.11	Modèles de simulation .....	22
5.12	Construction et raccordement au réseau d'Hydro-Québec.....	22
5.13	Modification à l'installation .....	23
5.14	Inspection et essai de vérification .....	23
5.15	Scellement des réglages électriques de l'IPE.....	24
5.16	Exploitation .....	24
5.17	Maintenance .....	24
5.18	Mise hors service des installations .....	24
5.19	Cadenassage .....	25
5.20	Affichage d'avertissements de sécurité .....	25
6	Exigences relatives à la tension et à la fréquence .....	26
6.1	Fluctuations de tension.....	26
6.2	Distorsions harmoniques .....	27
6.3	Injection de courant continu.....	27
6.4	Immunité aux variations de tension .....	27
6.4.1	Passage à travers les sous-tensions et les surtensions .....	27
6.5	Immunité à la tension de séquence inverse.....	29
6.6	Immunité à la tension de séquence homopolaire .....	30
6.7	Immunité aux variations de fréquence.....	30
6.7.1	Vitesse de variation de la fréquence.....	30
6.7.2	Passage à travers les variations de fréquence.....	30
6.8	Immunité aux changements d'angle de phase .....	32
7	Exigences relatives au comportement de l'IPE .....	32
7.1	Démarrage de l'IPE .....	32

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

7.1.1	Conditions de mise en marche .....	32
7.1.2	Tolérances de synchronisation .....	33
7.1.3	Tension de synchronisation .....	33
7.1.4	Synchronisation des alternateurs synchrones .....	34
7.1.5	Synchronisation des alternateurs asynchrones .....	34
7.2	Régime permanent .....	34
7.2.1	Facteur de puissance de conception .....	34
7.2.2	Taux maximaux de rampe lors de montées ou de baisses volontaires de la puissance active .....	36
7.2.3	Reprise après panne d'un système de stockage d'énergie .....	37
7.2.4	Arrêt de l'IPE en prévision de conditions climatiques sévères .....	38
7.2.5	Régulation de la puissance active (Watts) .....	38
7.2.6	Régulation de la puissance réactive (Vars) .....	38
7.3	Régime perturbé .....	39
7.3.1	Contribution au courant de court-circuit .....	40
7.3.2	Contribution aux surtensions temporaires .....	40
7.3.3	Contribution aux surtensions transitoires .....	41
8	Exigences relatives à l'appareillage de l'IPE .....	41
8.1	Choix de l'équipement de production d'électricité .....	41
8.2	Caractéristiques électriques des appareils de l'IPE .....	41
8.3	Source de courant homopolaire .....	43
8.4	Impédance ou résistance de MALT .....	46
8.5	Câblage de puissance .....	47
8.6	Services auxiliaires .....	47
8.7	Point de sectionnement .....	48
8.8	Condensateurs .....	48
8.9	Autosectionneur MT .....	49
8.10	Dispositif de protection contre les surtensions .....	49
8.11	Disjoncteur principal de l'IPE .....	49
8.12	Transformateurs de puissance .....	50
8.12.1	Caractéristiques .....	50
8.12.2	Types de raccordement .....	51
8.12.3	Courant d'appel des transformateurs de puissance .....	53
8.12.4	Raccordement BT sans transformateur .....	54
8.12.5	Raccordement d'une SERMO .....	54
8.13	SERMO .....	54
8.13.1	Certification .....	54
8.13.2	Raccordement du fil de neutre à l'onduleur .....	55

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

8.13.3 Exception pour les procédés industriels nouveaux et les bancs d'essai.....	55
8.13.4 Fonctions de protection d'un onduleur certifié .....	55
8.13.5 Raccordement à la protection de l'IPE .....	56
8.13.6 Onduleur multimode .....	56
8.14 Protection électrique de l'IPE.....	57
9 Exigences relatives à la protection du réseau d'Hydro-Québec .....	58
9.1 Types de protections .....	58
9.1.1 Protection primaire ou protection contre les courts-circuits .....	58
9.1.2 Protection de réserve ou protection contre l'îlotage .....	59
9.1.3 Protection visant à assurer une charge minimum.....	60
9.1.4 Protection visant à limiter l'injection de puissance.....	64
9.1.5 Protection visant à limiter la contribution aux surtensions .....	66
9.1.6 Permissive de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE.....	66
9.1.7 Protection de défaillance de disjoncteur.....	67
9.1.8 Protections supplémentaires à l'IPE .....	67
9.2 Relais multifonctions.....	67
9.3 Alimentations utilisées pour la protection.....	68
9.3.1 Relais multifonctions.....	68
9.3.2 UTAPP .....	68
9.3.3 Circuits utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec .....	68
9.3.4 Surveillance des circuits utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec.....	69
9.3.5 Perte d'alimentation.....	69
9.4 Conditionnement de la fermeture du disjoncteur principal de l'IPE.....	69
9.5 Verrouillage de la commande de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE .....	70
9.6 Filerie du circuit de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE .....	70
9.7 Transformateurs d'instrumentation pour la protection .....	70
9.8 Coordination et réglages des protections .....	71
9.8.1 Règles de protection.....	71
9.8.2 Coordination des protections de groupes .....	72
9.8.3 Réglages des protections de tension.....	72
9.8.4 Réglages des protections de fréquence .....	74
9.8.5 Réglages de la protection visant à assurer une charge minimum .....	75
9.8.6 Réglages de la protection visant à limiter l'injection de puissance .....	75
9.8.7 Réglages de la protection visant à limiter la contribution aux surtensions.....	75
9.8.8 Réglages des permissives de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE.....	76
9.8.9 Réglages de la protection de défaillance de disjoncteur.....	76

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

10 Exigences relatives à la télésurveillance et au contrôle à distance.....	76
10.1 Protocole de communication .....	77
10.2 Configuration des réglages de l'onduleur d'une SERMO .....	77
10.3 Commande de limitation de la production d'électricité.....	77
10.4 Commande d'arrêt de la production d'électricité.....	78
10.5 Installation de l'UTAPP.....	78
10.6 Mesurage de l'électricité.....	78
11 Production d'électricité en mode îloté .....	78
12 Alimentation de secours .....	78
Historique des révisions .....	79
Références.....	80
Suivi et authentification du document.....	81
Annexe A .....	83
Annexe B .....	84
Annexe C .....	109
Annexe D .....	112
Annexe E .....	113
Annexe F.....	120
Annexe G .....	122
Annexe H .....	126
Annexe I.....	130

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## Définitions

<b>autoproduiteur, autoproductrice</b>	Client ou cliente qui produit de l'électricité à partir d'une installation qu'il ou elle possède et exploite pour combler une partie ou la totalité de ses besoins.
<b>alimentation de secours</b>	Alimentation électrique servant uniquement en cas d'arrêt temporaire du réseau d'Hydro-Québec et capable d'alimenter l'ensemble des charges essentielles.
<b>basse tension</b>	Tension de raccordement 120/240 volts monophasé ou 347/600 volts triphasé.
<b>bloquer</b>	Dans le contexte de l'opération d'une source d'énergie raccordée au moyen d'onduleurs. Action d'un onduleur qui cesse d'injecter du courant tout en demeurant en service. L'onduleur doit pouvoir reprendre la production d'électricité dès que la tension et la fréquence reviennent dans les plages d'opération définies.
<b>centrale</b>	Ensemble d'installations constituant une usine génératrice d'énergie électrique par conversion d'autres formes d'énergie. La fonction première d'une centrale électrique est de produire de l'énergie électrique.
<b>compteur communicant</b>	Compteur d'électricité à communication bidirectionnelle, qui peut recevoir et envoyer de l'information par radiofréquences ou au moyen d'une liaison téléphonique.
<b>déclencher</b>	Dans le contexte de l'opération d'une source d'énergie raccordée au moyen d'onduleurs. Action d'un onduleur qui cesse d'injecter du courant et entre en mode d'arrêt. Ce mode prévient la reconnexion de l'onduleur tant que toutes les conditions de mise en marche ne sont pas remplies.
<b>dispositif d'interconnexion de microréseau</b>	Appareil permettant à un regroupement de composantes électriques à l'intérieur d'un périmètre donné et comportant une ou plusieurs sources d'alimentation de secours de se déconnecter du réseau d'Hydro-Québec et de s'y reconnecter.
<b>groupe</b>	Unité de production d'électricité. Généralement, un ensemble turbine-alternateur synchrone (groupe synchrone) ou ensemble turbine génératrice asynchrone (groupe asynchrone), ou encore, dans le cas des installations de production d'électricité utilisant des sources d'énergies raccordées au moyen d'onduleurs, l'ensemble formé par chaque source d'énergie individuelle et son onduleur associé.
<b>îlotage</b>	Séparation d'un réseau électrique en sous-réseaux comprenant de la charge et de la production ou encore de la production et des installations d'Hydro-Québec (avec ou sans charge), survenant à la suite d'une perturbation ou d'une manœuvre.
<b>ingénieur, ingénieure</b>	Personne qui détient un permis d'exercice de la profession d'ingénieur émis par l'Ordre des ingénieurs du Québec, conformément à la Loi sur les ingénieurs (LRQ, c. I-9).
<b>installation de production d'électricité</b>	Installation destinée à la production d'énergie électrique dans le réseau d'Hydro-Québec. Comprends les équipements de production d'électricité, les services auxiliaires ainsi que les équipements d'instrumentation et de protection.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

<b>moyenne tension</b>	Tension nominale entre phases de plus de 750 volts et de moins de 44 000 volts.
<b>Onduleur</b>	Appareil ou installation permettant de convertir du courant continu en courant alternatif.
<b>onduleur multimode</b>	Onduleur qui intègre les fonctionnalités d'un onduleur raccordé au réseau et celles d'un onduleur autonome. Il fonctionne soit en mode synchronisé au réseau, soit en mode îloté.
<b>opération continue</b>	État pendant lequel une installation de production d'électricité est raccordée au réseau électrique et injecte du courant dans celui-ci ou est disponible à le faire, tant que la tension et la fréquence se situent dans la plage des conditions normales ou marginales d'opération.
<b>passage à travers</b>	Habilité d'une installation de production d'électricité à résister à des événements de variation de tension ou de fréquence à l'intérieur de plages définies et de continuer à produire de l'électricité de la manière prévue. Le terme utilisé en anglais est « ride-through ».
<b>poste satellite</b>	Installation de grande dimension, extérieure ou intérieure, située au confluent de plusieurs lignes électriques et qui contient l'appareillage nécessaire à la transformation de la haute tension en moyenne tension. Synonyme : poste de distribution.
<b>producteur</b>	Personne physique ou morale, société, entreprise ou organisme, incluant Hydro-Québec, propriétaire ou locataire d'une installation dont la fonction principale est de produire de l'électricité.
<b>propriétaire de l'IPE</b>	Personne physique ou morale, société, entreprise ou organisme, incluant Hydro-Québec, propriétaire ou locataire d'une installation de production d'électricité.
<b>réenclenchement hors-synchronisme</b>	Fermeture automatique d'un disjoncteur ou d'un disjoncteur réenclencheur entre deux portions de réseau sous tension ne partageant pas les mêmes caractéristiques électriques (tension, fréquence et phase).
<b>rester en opération</b>	Dans le contexte de l'opération d'une source d'énergie raccordée au moyen d'onduleurs. Action d'un onduleur qui continue d'injecter du courant dans le réseau électrique, conformément au comportement attendu de celui-ci, pendant le passage à travers une perturbation.
<b>source d'énergie raccordée au moyen d'onduleurs</b>	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 courant continu-courant alternatif pour se raccorder au réseau (p. ex. : énergie éolienne, irradiation solaire, énergie stockée dans une batterie, etc.).

## Acronymes et abréviations

<b>BT</b>	Basse tension
<b>CA</b>	Courant alternatif
<b>CC</b>	Courant continu

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

<b>CED</b>	Centre d'exploitation de distribution
<b>DIM</b>	Dispositif d'interconnexion de microréseau « Microgrid interconnection device (MID) »
<b>FP</b>	Facteur de puissance
<b>IPE</b>	Installation de production d'électricité
<b>MALT</b>	Mise à la terre
<b>MT</b>	Moyenne tension
<b>OIQ</b>	Ordre des ingénieurs du Québec
<b>RMS</b>	Tension efficace « Root-mean-square voltage »
<b>SERMO</b>	Source d'énergie raccordée au moyen d'onduleurs
<b>SGRED</b>	Système de gestion des ressources énergétiques décentralisée « Distributed energy resource management system (DERMS) »
<b>UTAPP</b>	Unité de télécommande et d'acquisition des producteurs privés
<b>XFO</b>	Transformateur

## 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 basse tension (BT) et au réseau de distribution moyenne tension (MT) d'Hydro-Québec. Elle s'applique également lorsqu'une installation de production d'électricité (IPE) existante fait l'objet d'une modification matérielle, d'une modification logicielle ou d'une réfection.

Elle remplace la norme E.12-05 *Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau basse tension d'Hydro-Québec* et la norme E.12-06 *Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée sans injection de puissance au réseau de distribution d'Hydro-Québec*. Ces deux normes sont par le fait même retirées.

Elle vise toute installation permettant de produire de l'énergie électrique dans le réseau de distribution d'Hydro-Québec ou dans l'installation d'une cliente ou d'un client raccordé au réseau de distribution d'Hydro-Québec, indépendamment du mode de production d'énergie électrique utilisé ou de la charge présente dans l'installation du client ou de la cliente le cas échéant. Elle vise donc autant les centrales que les installations d'autoproduction d'électricité avec ou sans injection de puissance dans le réseau d'Hydro-Québec. Elle s'applique donc également aux systèmes de stockages stationnaires ou mobiles ainsi qu'aux installations comprenant des véhicules électriques ayant la capacité de produire de l'énergie électrique, qui sont raccordés au réseau de distribution d'Hydro-Québec.

Une IPE raccordée au réseau BT, comportant uniquement des sources d'énergie raccordées au moyen d'onduleurs (SERMO) certifiés, ayant une puissance totale cumulative de 100 kW et moins et qui n'est pas équipée d'un transformateur entre le point de raccordement du client ou de la cliente et l'onduleur, peut se prémunir des exigences simplifiées énoncées dans la norme E.12-07.



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Les exigences relatives au raccordement au réseau d'Hydro-Québec des IPE utilisées comme alimentation de secours, qui ne sont pas dotées d'un appareil de commutation muni d'un dispositif mécanique d'interverrouillage rendant impossible le couplage des groupes et du réseau (transition ouverte), se retrouvent dans la norme E.12-08.

Dans le but de simplifier le texte, le terme onduleur est utilisé au singulier dans tout le document. Cependant, les exigences de la norme s'appliquent à toute installation composée d'un seul onduleur ou de plusieurs onduleurs. Le cas échéant, le lecteur doit remplacer le terme onduleur au singulier par sa forme plurielle.

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 réseaux autonomes d'Hydro-Québec sont détachés en permanence du réseau principal. Leur alimentation électrique est produite localement. Pour cette raison, bien que la présente norme doive être respectée lors du raccordement d'une IPE à un réseau autonome d'Hydro-Québec, des exigences spécifiques doivent être émises pour chaque projet.

## 2 Portée

La présente norme s'adresse aux autoproducteurs et aux autoproductrices ainsi qu'aux producteurs d'électricité dont l'IPE est raccordée au réseau de distribution d'Hydro-Québec. Ils et elles ont l'obligation de s'y conformer.

Elle s'adresse également au personnel d'Hydro-Québec responsable de l'intégration de la production décentralisée au réseau de distribution.

## 3 Encadrements connexes

Cette norme fait partie d'une série d'encadrements régissant les exigences techniques relatives au raccordement des IPE au réseau de distribution d'Hydro-Québec, dont :

- A.5-09, Application d'un transformateur de mise à la terre dans une IPE équipée de SERMO et raccordée au réseau de distribution d'Hydro-Québec ;
- A.5-10, Application de la norme E.12-01 au raccordement d'une IPE triphasée ;
- C.22-03, Exigences techniques relatives au raccordement des charges fluctuantes au réseau de distribution d'Hydro-Québec ;
- C.25-01, Exigences techniques relatives à l'émission d'harmoniques par les installations de clients raccordés au réseau de distribution d'Hydro-Québec ;
- C.42-01, Modalités d'exploitation entre Hydro-Québec et l'exploitant d'une installation de production d'électricité raccordée au réseau de distribution ;
- D.24-20 *Critères de vérification des dispositifs d'isolement des sources d'énergie* ;
- D-2022-088, Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec ;
- D-5580, Code de sécurité des travaux d'Hydro-Québec – Chapitre Distribution ;
- E.12-02, Planification du réseau de distribution d'Hydro-Québec pour l'intégration de la production décentralisée (encadrement offert aux employés et aux employées d'Hydro-Québec seulement) ;

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

- E.12-03, Maintenance des équipements de protection des installations de production décentralisée se raccordant au réseau moyenne tension d'Hydro-Québec ;
- E.12-05, Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau basse tension d'Hydro-Québec (cet encadrement a été retiré et remplacé par l'encadrement E.12-01) ;
- E.12-06, Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée sans injection de puissance au réseau de distribution d'Hydro-Québec (cet encadrement a été retiré et remplacé par l'encadrement E.12-01) ;
- E.12-07, Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée de 100 kW et moins utilisant des onduleurs certifiés au réseau de distribution basse tension d'Hydro-Québec ;
- E.12-08, Exigences relatives au raccordement de groupes de production de secours au réseau de distribution d'Hydro-Québec à l'aide d'un système de commutation sans coupure ;
- E.12-09, Exigences relatives à la qualification des équipements de protection utilisés pour le raccordement de la production décentralisée sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec ;
- 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 autoproduiteurs raccordés au réseau moyenne tension d'Hydro-Québec ;
- E.21-10, Service d'électricité en basse tension ;
- E.21-11, Service d'électricité en basse tension à partir des postes distributeurs ;
- E.21-12, Service d'électricité en moyenne tension ;
- F.22-01, Mesurage de l'électricité en moyenne et en haute tension ;
- F.22-05, Mesurage de la production décentralisée de 250 kW et plus raccordée au réseau basse tension d'Hydro-Québec ;
- ISBN 978-2-550-97120-7, Tarifs d'électricité en vigueur le 1<sup>er</sup> avril 2024 ;
- ISBN 978-2-550-88671-6, Conditions de service ;
- 0332-18-006-B *Raccordement des transformateurs pour les clients moyenne tension (CMT) et les installations de production d'électricité (IPE)* (encadrement offert aux employés et aux employées d'Hydro-Québec seulement).

## 4 Caractéristiques du réseau de distribution

### 4.1 Renseignements généraux

Le raccordement d'une IPE au réseau de distribution BT peut être monophasé à une tension de 120/240 volts ou triphasé à une tension de 347/600 volts.

Le raccordement d'une IPE au réseau de distribution MT peut être monophasé ou triphasé dans le cas d'un autoproduiteur ou d'une autoproductrice. Dans ce cas, les limites de la section 5.2 s'appliquent. Le raccordement d'une centrale moyenne tension doit être triphasé.

Le raccordement d'une IPE au réseau de distribution MT s'effectue généralement à la tension nominale de 25 kV (14,4/24,94 kV). Lorsque le raccordement s'effectue à une tension différente, les installations doivent être conçues de façon à être raccordées à la tension existante au moment du raccordement et à la tension de 25 kV, à moins qu'Hydro-Québec ait envoyé une exemption écrite au producteur.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Lorsque la tension du réseau de distribution MT est différente de 25 kV, Hydro-Québec communique au producteur les exigences spécifiques à ce réseau.

Une IPE raccordée au réseau de distribution doit être conçue de façon à être raccordée à l'une des tensions présentées dans le Tableau 1, conformément au Tableau 2 et à la section 8 de la norme CSA C235-R2019 *Preferred voltage levels for AC systems up to 50 000 V*.

**Tableau 1 : Limites des plages de tension nominales au point de raccordement**

Tensions nominales	Limites de variations de tension applicables au point de raccordement			
	Conditions marginales d'exploitation			
	Conditions normales d'exploitation			
Réseau BT monophasé 120/240 V	106/212 V	110/220 V	125/250 V	127/254 V
Réseau BT triphasé 347/600 V	306/530 V	318/550 V	360/625 V	367/635 V
Réseau MT 14 400/24 940 V	0,94 pu 13 536/23 444 V	0,958 pu 13 795/23 893 V	1,042 pu 15 005/25 987 V	1,06 pu 15 264/26 436 V

En condition normale d'exploitation, la fréquence du réseau intégré d'Hydro-Québec est maintenue dans la plage définie entre 59,4 Hz et 60,6 Hz, tel que défini dans les [Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux moyenne et basse tension d'Hydro-Québec](#).

## 4.2 Régime du neutre

Le réseau de distribution d'Hydro-Québec possède un régime de neutre effectivement mis à la terre et satisfait aux deux conditions suivantes :

$$\frac{X_0}{X_1} \leq 3 \text{ et } \frac{R_0}{X_1} < 1$$

$X_0$  : réactance de séquence homopolaire

$X_1$  : réactance de séquence positive

$R_0$  : résistance de séquence homopolaire

**Équation 1 : Conditions d'un régime du neutre effectivement mis à la terre**

## 4.3 Réseau aérien BT

Le réseau aérien BT est composé de torsades triples de deux conducteurs isolés et un conducteur nu pour le réseau à 120/240 V et de trois conducteurs isolés et un conducteur nu pour le réseau à 347/600 V. Il se prolonge jusqu'au point de raccordement du dernier client ou de la dernière cliente à raccorder. Dans certains cas, pour des clients ou des clientes de puissance importante, le point de raccordement est situé sur le transformateur de distribution.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

#### 4.4 Réseau souterrain BT

Le réseau BT souterrain est composé de trois conducteurs isolés, deux de phase et un de neutre, pour le réseau à 120/240 V et de quatre conducteurs isolés, trois de phase et un de neutre, pour le réseau à 347/600 V.

#### 4.5 Réseau aérien MT

Le réseau de distribution moyenne tension d'Hydro-Québec est principalement constitué de lignes aériennes. La partie triphasée de ces lignes est généralement composée de trois conducteurs de phase et d'un conducteur de neutre.

#### 4.6 Réseau souterrain MT

Le réseau de distribution moyenne tension d'Hydro-Québec est partiellement constitué de lignes souterraines. La partie triphasée de ces lignes est généralement composée de trois câbles monophasés torsadés à neutre concentrique.

#### 4.7 Point de raccordement

Le point de raccordement sert de point de démarcation pour définir la limite entre le réseau d'Hydro-Québec et celui de l'IPE.

##### 4.7.1 Autoproduiteur, autoproductrice ou centrale raccordée au Réseau BT

Dans le cadre de cette norme, pour une installation BT de 600 A et moins<sup>1</sup>, le point de raccordement est tel qu'illustré par la norme E.21-10 *Service d'électricité en basse tension* communément appelée « livre bleu » en remplaçant le terme « client » par « producteur », « autoproduiteur » ou « autoproductrice ».

Pour une installation BT de plus de 600 A, le point de raccordement est tel qu'illustré par la norme E.21-11 *Service d'électricité en basse tension à partir des postes distributeurs* communément appelée « livre vert » en remplaçant le terme « client » par « producteur », « autoproduiteur » ou « autoproductrice ».

Dans le cas où une IPE est la propriété d'une cliente ou d'un client BT raccordé selon la norme E.21-11 *Service d'électricité en basse tension à partir des postes distributeurs* et qu'un contrat d'approvisionnement d'électricité nécessite l'installation d'un compteur distinct pour l'IPE de celui utilisé par le client ou la cliente, la deuxième installation de mesurage est alors raccordée au point de raccordement du client ou de la cliente (Annexe B Figure 2).

##### 4.7.2 Centrale raccordée au réseau aérien MT

Le point de raccordement est situé au point où les conducteurs du branchement de la centrale sont rattachés aux isolateurs de fin de course de support sur lequel Hydro-Québec a installé l'interrupteur en amont de la centrale tel qu'illustré à la Figure 13 de l'Annexe B.

La localisation du point de raccordement varie d'une configuration de réseau à une autre, mais le point de raccordement doit être situé à un endroit accessible en tout temps par les employés ou les employées d'Hydro-Québec, et ce, sans nécessiter l'intervention d'un tiers.

<sup>1</sup> Une installation de 600 A à 347/600 V correspond à une puissance nominale de l'IPE de 593 kW considérant l'exigence d'un facteur de puissance de conception de 0,95 (section 7.2.1).

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

#### 4.7.3 Centrale raccordée au réseau souterrain MT

Le point de raccordement est situé aux boîtes d'extrémité des câbles de la centrale dans l'ouvrage civil abritant l'interrupteur installé par Hydro-Québec en amont de la centrale tel qu'illustré à la Figure 14 de l'Annexe B.

La localisation du point de raccordement varie d'une configuration de réseau à une autre, mais le point de raccordement doit être situé à un endroit accessible en tout temps par les employés ou les employées d'Hydro-Québec, et ce, sans nécessiter l'intervention d'un tiers.

#### 4.7.4 Centrale raccordée dans un poste client MT existant

Le point de raccordement de la cliente ou du client existant est conservé. Le branchement de la centrale doit être effectué dans le poste client MT existant en amont du disjoncteur client existant servant à protéger le mesurage d'Hydro-Québec, tel qu'illustré à la Figure 15 de l'Annexe B.

#### 4.7.5 Autoproductrice ou autoproducteur raccordé au réseau MT

Le point de raccordement est tel qu'illustré par la norme E.21-12 Service d'électricité en moyenne tension communément appelée « livre rouge » en remplaçant le terme « client » par « autoproducteur » ou « autoproductrice ».

### 5 Exigences générales

L'intégration d'une installation de production d'électricité (IPE) au réseau de distribution d'Hydro-Québec ne doit en aucun cas :

- compromettre la sécurité du personnel d'Hydro-Québec ainsi que celle du public ;
- altérer de façon appréciable la qualité de la tension livrée aux clients et aux clientes d'Hydro-Québec ;
- altérer de façon appréciable la continuité de service des clients et des clientes d'Hydro-Québec.

#### 5.1 Puissance nominale totale maximale

La puissance nominale totale maximale d'une IPE raccordée au réseau BT est fixée à 5 MW pour une installation triphasée. Cette puissance limite correspond à la somme de la puissance nominale de chaque groupe de l'IPE. Il arrive parfois qu'un raccordement au réseau BT ne soit pas acceptable. Dans ce cas, le représentant ou la représentante d'Hydro-Québec informera le ou la propriétaire de l'IPE, et des solutions alternatives (telles qu'un raccordement à moyenne tension ou un raccordement à basse tension sur une ligne dédiée) pourront être évaluées à la demande du ou de la propriétaire de l'IPE.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

La puissance nominale totale maximale d'une IPE raccordée au réseau BT d'Hydro-Québec conformément à la norme E.21-10 *Service d'électricité en basse tension* communément appelée « livre bleu » et qui n'est pas équipée d'une protection visant à assurer une charge minimum (section 9.1.3) doit être inférieure à 250 kW<sup>2</sup>. Au-delà de ce seuil, l'IPE doit :

- être raccordée au réseau BT d'Hydro-Québec conformément à la norme E.21-11 *Service d'électricité en basse tension à partir des postes distributeurs* communément appelée « livre vert » ou ;
- être munie d'une protection visant à limiter l'injection de puissance (section 9.1.4).

La puissance nominale totale maximale d'une IPE raccordée au réseau MT à la tension de 25 kV est fixée à 12 MW pour une installation triphasée<sup>3</sup>.

Dans le cas d'une IPE raccordée chez un autoproducteur ou une autoproductrice, la charge raccordée dans la portion client de l'installation n'a pas pour effet d'augmenter la puissance nominale totale maximale admissible.

Dans le cas d'une IPE ayant un point de raccordement monophasé au réseau d'Hydro-Québec, il est recommandé que la puissance nominale totale maximale de l'IPE soit limitée à 40 kW. Une puissance supplémentaire pourrait être raccordée dans le cadre d'une demande particulière à la suite d'une étude d'intégration (section 5.8) par Hydro-Québec.

La puissance produite sur chacune des phases doit être équilibrée lorsque le point de raccordement d'une IPE au réseau d'Hydro-Québec est triphasé.

La puissance maximale d'une IPE pouvant être intégrée à une ligne de distribution pourrait être limitée à une valeur inférieure par les facteurs suivants :

- profil de tension sur la ligne à la suite de l'intégration de l'IPE (section 5.8) ;
- capacité des éléments du réseau d'Hydro-Québec ;
- stabilité des groupes de l'IPE lors de perturbations ou de variations de charge sur le réseau d'Hydro-Québec ;
- fluctuations de tension lors du démarrage et de l'arrêt de l'IPE ;
- coordination de la protection et de la qualité du service ;
- caractéristiques du poste satellite et du réseau de transport alimentant la ligne d'intégration.

Lors de l'étude d'intégration (section 5.8), le représentant ou la représentante d'Hydro-Québec procédera à l'analyse de la demande de raccordement et déterminera si l'IPE excède la puissance limite pouvant être raccordée au réseau de distribution concerné.

<sup>2</sup> Ceci afin de permettre l'installation par Hydro-Québec d'un point de sectionnement (section 5.4) permettant l'isolation du client ou de la cliente sans interrompre l'alimentation d'autres clients ou clientes.

<sup>3</sup> La norme E.21-12 établit à 12 MVA la charge maximale d'un client ou d'une cliente pouvant être raccordée au réseau MT. Il en va de même pour les IPE. Toutefois, cette puissance pourrait atteindre 24 MW dans les meilleures conditions, lorsque, par exemple, le type de ligne (aérienne ou souterraine), la capacité des conducteurs et le type de départ d'artère du poste satellite le permettent.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 5.2 Exigences complémentaires pour une IPE de 250 kW et plus

Les exigences complémentaires suivantes visent spécifiquement les IPE de 250 kW et plus :

- les groupes doivent être triphasés ;
- elle doit être conforme à la norme IEC 62786-1 *Distributed energy resources connection with the grid – Part 1: General requirements*. Les valeurs des variables numériques requises pour l'application de la norme sont consignées dans l'Annexe H ;
- elle est soumise à des seuils d'immunité aux variations de tension et de fréquence élargies (sections 6.4 et 6.7) ;
- elle doit permettre la configuration de taux maximaux de rampe lors des montées ou des baisses volontaires de la puissance (section 7.2.2) ;
- l'installation d'une unité de télécommande et d'acquisition des producteurs privés (UTAPP) sera requise dans les installations ayant la capacité d'injecter 250 kW et plus dans le réseau d'Hydro-Québec (section 10.5) ;
- des modèles numériques permettant la modélisation de l'IPE dans le réseau d'Hydro-Québec doivent être soumis (section 5.11).

Les IPE de 1,0 MW et plus sont aussi soumises aux *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*.

Compte tenu de l'impact accru des IPE de 250 kW et plus sur le réseau d'Hydro-Québec, ces exigences ont pour but d'assurer la fiabilité de ces installations de manière à maintenir la qualité de la tension, la continuité de service des clients et des clientes et d'assurer la sécurité du personnel d'Hydro-Québec et du public.

## 5.3 Régime du neutre

Le mode de raccordement privilégié par Hydro-Québec est celui où les caractéristiques des appareils de l'IPE font en sorte que le régime du neutre, au point de raccordement de l'IPE et sur toute la ligne d'intégration moyenne tension, est effectivement mis à la terre, et ce, en conditions normales d'exploitation et en conditions de court-circuit.

L'étude de raccordement (section 5.9) doit donc considérer le maintien d'un régime de neutre effectivement mis à la terre au point de raccordement de l'IPE et sur toute la ligne d'intégration moyenne tension dans les 3 situations suivantes :

- lorsque l'IPE ne produit pas d'électricité et que ses services auxiliaires sont alimentés uniquement par le réseau d'Hydro-Québec (sous la responsabilité d'Hydro-Québec) ;
- lorsque l'IPE produit de l'électricité et alimente le réseau d'Hydro-Québec en présence de l'alimentation du poste satellite (sous la responsabilité de l'ingénieure ou de l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE) ;
- lorsque l'IPE produit de l'électricité et alimente le réseau d'Hydro-Québec en l'absence de l'alimentation du poste satellite, c'est-à-dire que l'IPE alimente temporairement la ligne d'Hydro-Québec de manière flotée, à la suite de l'ouverture d'un appareil sur la ligne d'Hydro-Québec, avant l'ouverture du disjoncteur principal de l'IPE (sous la responsabilité de l'ingénieure ou de l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE).

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

À cette fin, il est possible qu'une source de courant homopolaire soit requise dans l'installation de l'IPE<sup>4</sup> (section 8.3). Si tel est le cas, cette source devra être dimensionnée de manière à respecter l'Équation 2 dans le but de maintenir à la fois un régime de neutre effectivement mis à la terre et d'éviter l'aveuglement de la protection du disjoncteur de départ de ligne d'Hydro-Québec par cette nouvelle source.

$$2 \leq \frac{X_0}{X_1} \leq 3 \text{ et } \frac{R_0}{X_1} < 1$$

$X_0$  : réactance de séquence homopolaire

$X_1$  : réactance de séquence positive

$R_0$  : résistance de séquence homopolaire

### Équation 2 : Conditions d'un régime de neutre effectivement mis à la terre dans une IPE

#### 5.3.1 SERMO

Dans le cas d'une IPE équipée de SERMO, les caractéristiques électriques des onduleurs ne permettent pas d'utiliser les coefficients de l'Équation 2. Dans ce cas, un coefficient de MALT ( $Coef_{MALT}$ ) inférieur ou égal à 0,8 doit être respecté. Le coefficient de MALT est défini à l'Équation 3<sup>5</sup>.

$$Coef_{MALT} \leq 0,8 \text{ et } Coef_{MALT} = \frac{V_{Ligne-Terre}}{V_{Ligne-Ligne}}$$

$V_{Ligne-Terre}$  : Tension RMS maximale ligne-terre à la fréquence fondamentale, sur une phase saine, à un lieu donné, durant un court-circuit franc phase terre

$V_{Ligne-Ligne}$  : Tension RMS ligne-ligne à la fréquence fondamentale, en l'absence d'un court-circuit

### Équation 3 : Conditions d'un régime de neutre effectivement mis à la terre dans une IPE

Le calcul du coefficient de MALT d'une IPE équipée de SERMO est une tâche complexe. Il nécessite de connaître précisément les contributions de séquence inverse et homopolaire des onduleurs. En d'autres termes, de connaître le comportement des onduleurs lorsqu'ils sont soumis à des déséquilibres de tension inverse et homopolaire<sup>6</sup>.

Malheureusement, il arrive souvent que ces valeurs ne puissent être obtenues auprès des fabricants. Pour cette raison, Hydro-Québec a adopté une approche pragmatique face à ce problème :

- pour une IPE équipée de SERMO de moins de 250 kW, l'onduleur doit être équipé d'un circuit de détection des surtensions phase-neutre et phase-phase conforme à la norme la norme IEEE 1547-2018 section 7.4 *Limitation of overvoltage contribution* (section 7.3.2). Ceci assure un  $Coef_{MALT} \leq 0,8$  sans nécessiter de connaître les impédances de séquence inverse et homopolaire des onduleurs ;

<sup>4</sup> Se référer aux guides IEEE C62.92.1 *Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems--Part I: Introduction*, IEEE C62.92.2 *Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems, Part II—Synchronous Generator Systems* et IEEE C62.92.4 *Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems--Part IV: Distribution* pour connaître les méthodes à utiliser pour effectuer les calculs.

<sup>5</sup> Se référer au guide IEEE C62.92.6 *Guide for Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems, Part VI—Systems Supplied by Current-Regulated Sources* pour connaître les méthodes à utiliser pour effectuer les calculs.

<sup>6</sup> Les onduleurs visés par cette norme ne devraient pas comporter de contribution de séquence homopolaire, notamment puisque ceux-ci sont destinés à être utilisés en mode raccordé au réseau.



Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>

- pour une IPE de 250 kW et plus équipée de SERMO, l'onduleur doit être conforme à la norme IEC 62786-1. Ceci assure que la contribution de séquence inverse de l'onduleur soit prévisible. La contribution de séquence homopolaire de l'onduleur sera quant à elle estimée à une valeur nulle. Une source de courant homopolaire (section 8.3) pourra alors être utilisée lorsque requise afin de maintenir un  $Coef_{MALT} \leq 0,8$ .

Si un onduleur utilisé dans une IPE ne répond pas aux caractéristiques ci-dessus, par exemple dans le cas d'un onduleur utilisé dans un procédé industriel (section 8.13.3), l'ingénieur ou l'ingénieure devant effectuer le calcul du coefficient de MALT devra alors soit mesurer la contribution de séquence inverse de l'onduleur, soit assumer que celle-ci est nulle. Il sera alors essentiel qu'une impédance de séquence inverse soit présente dans l'IPE, par exemple de la charge dans le cas d'une IPE installée chez un autoproducteur ou une autoproductrice (section 5.3.2), sans quoi le coefficient de MALT ne pourra être égal ou inférieur à 0,8 et le raccordement sera refusé.

### 5.3.2 Autoproductrice et autoproducteur équipé de SERMO

Dans le cas d'une IPE installée chez un autoproducteur ou d'une autoproductrice, l'ordinogramme de l'Annexe D résume les critères qui doivent être pris en compte lors de l'évaluation du risque de surtension temporaire liée au raccordement d'une IPE équipée de SERMO<sup>7</sup>. Ces critères sont les suivants :

1. si la charge minimum<sup>8</sup> de l'installation du client ou de la cliente est égale ou plus grande à 1,5 fois la puissance totale de l'IPE, la charge sera suffisamment grande pour écraser la production en cas de court-circuit ou de perte de charge. Il n'y a donc pas de risque de surtension temporaire en cas de court-circuit phase-terre ou de perte de charge<sup>9</sup> ;
2. si la charge minimum de l'installation du client ou de la cliente est égale ou plus grande à une (1) fois la puissance totale de l'IPE et qu'au moins un tiers (1/3) des charges sont raccordées phase-neutre du point de vue du point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec, les charges phase-neutre seront en mesure de permettre la circulation de suffisamment de courant de séquence inverse et homopolaire pour écraser la production en cas de court-circuit ou de perte de charge. Il n'y a donc pas de risque de surtension temporaire en cas de court-circuit phase-terre ou de perte de charge ;
3. si l'onduleur de la SERMO est doté d'une fonction de détection des surtensions en cas de court-circuit phase-terre ou de rejet de charge<sup>10</sup>, l'onduleur doit cesser d'injecter du courant en moins de 17 ms lorsque la tension nominale phase-phase ou phase-neutre dépasse 138 % de la tension nominale de l'installation. Ainsi, si l'onduleur est muni d'une borne de neutre et que la continuité de la séquence homopolaire à partir de l'onduleur jusqu'au point de raccordement a été assurée en choisissant le bon type de câblage de puissance (section 8.5) et de transformateur de puissance (section 8.12), nous pouvons être assurés que l'onduleur arrêtera d'injecter du courant lorsqu'une surtension est présente, qu'elle soit causée par un court-circuit phase-terre ou par une perte de charge, dans le réseau d'Hydro-Québec ou dans l'IPE. Il n'y a donc pas de risque de surtension temporaire en cas de court-circuit phase-terre ou de perte de charge ;

<sup>7</sup> Consulter le rapport EPRI numéro 3002020130 *Effective Grounding for Inverter-Connected DER* pour plus de détails.

<sup>8</sup> La charge minimum doit être inductive pour éviter le risque de surtension temporaire. Il est aussi nécessaire de vérifier si un banc de condensateur, qui serait utilisé par exemple pour compenser le facteur de puissance de l'installation, resterait en service lorsque la charge est à sa valeur minimale, ce qui entraînerait dans les faits, une charge capacitive.

<sup>9</sup> Pour parvenir à respecter le ratio de 1,5, un client peut choisir de mettre en place un système de contrôle de la charge et de la production qui agira de manière à limiter la production lorsque la charge est insuffisante.

<sup>10</sup> Voir la section 9.1.5 Protection visant à limiter la contribution aux surtensions pour plus de détails.

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>

4. si à la suite d'une étude du régime du neutre<sup>11</sup> effectuée par l'ingénieur ou l'ingénieure qui représente le ou la propriétaire de l'IPE, une source de courant homopolaire a été sélectionnée (section 8.3) qui permet d'assurer un coefficient de MALT de 0,8 ou moins et qu'une impédance de séquence inverse est présente dans l'IPE, nous pouvons être assurés qu'il n'y a pas de risque de surtension temporaire en cas de court-circuit phase-terre<sup>12</sup>. Cependant, si la charge minimum de l'installation du client ou de la cliente est inférieure à 0,7 fois la puissance totale de l'IPE, un risque de surtension temporaire est présent en cas de perte de charge. Des moyens de mitigation devront être mis en place tels que l'utilisation d'un onduleur certifié IEC 62786-1 ou la demande de raccordement devra être rejetée ;
5. si l'IPE est équipée d'un lien de télédéclenchement de type I<sup>13</sup>, qui assure que le disjoncteur principal de l'IPE ouvrira toujours avant le disjoncteur de départ de la ligne de distribution, il n'y a pas de risque de surtension temporaire sur la ligne de distribution MT d'Hydro-Québec en cas de court-circuit phase-terre ou de perte de charge. Un risque de surtension temporaire est toutefois présent dans l'installation du client ou de la cliente. Une analyse de l'impact d'une surtension devra être effectuée par l'ingénieur ou l'ingénieure qui représente le ou la propriétaire de l'IPE et des moyens de mitigation devront être mis en place lorsque requis.

Dans le cas d'une IPE installée chez un autoproducteur ou une autoproductrice raccordée à MT à l'aide d'un transformateur principal muni d'enroulements delta (MT) - Y (BT), puisque la continuité de la séquence homopolaire à partir de l'onduleur jusqu'au point de raccordement est rompue par l'enroulement delta du transformateur principal, la manière la plus simple d'éliminer le risque de surtension temporaire en cas de court-circuit phase-terre ou de perte de charge est d'assurer que la charge dans l'installation du client ou de la cliente soit suffisante. Ceci correspond aux items un (1) et deux (2) de la liste ci-dessus. Si la charge n'est pas suffisante :

- soit un point de raccordement pour l'IPE en amont du transformateur principal Delta (MT) - Y (BT) devra être considéré ;
- soit le transformateur principal devra être remplacé par un autre doté d'enroulements qui permettent la continuité de la séquence homopolaire (section 8.12.2) ;
- soit un télédéclenchement de type I devra être mis en place.

<sup>11</sup> Pour ce faire, l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE devra utiliser la méthode présentée à la section 7 du guide IEEE Std C62.92.6 *Guide for Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems, Part VI--Systems Supplied by Current-Regulated Sources*.

<sup>12</sup> Une IPE équipée d'un onduleur conforme à la section 4.7.6 *Additional reactive current requirements on generating plants* de la norme IEC 62786-1 auquel on adjoint une source de courant homopolaire, sera en mesure d'assurer un  $Coeff_{MALT} \leq 0,8$  et d'atténuer le risque de surtension temporaire en cas de perte de charge lorsque l'installation est proprement conçue et que l'onduleur est configuré à cette fin, ceci en raison du fait qu'un onduleur conforme doit moduler le courant de chacune des phases en fonction d'une variation de tension de cette même phase. De cette manière, l'onduleur peut non seulement produire du courant de séquence inverse, mais aussi agir efficacement en cas de perte de charge.

<sup>13</sup> Un lien de télédéclenchement de type I est un lien qui permet le maintien de la communication pendant un court-circuit sur le réseau de distribution. La perte de la communication entraîne le démarrage d'une minuterie qui commande l'ouverture du disjoncteur de l'IPE si la perte de communication excède un délai prédéterminé.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 5.4 Point de sectionnement d'Hydro-Québec

Dans le cas des centrales et des autoproducteurs et autoproductrices ayant la capacité d'injecter 250 kW et plus dans le réseau de distribution, Hydro-Québec installe, à des fins de sécurité lors de la maintenance ou de l'isolement du réseau, un appareil de sectionnement moyenne tension cadénassable qui permet d'accomplir une vérification visuelle ou positive de la séparation du point de coupure électrique<sup>14</sup>. Cet appareil est manœuvrable uniquement par le personnel d'Hydro-Québec et appartient à Hydro-Québec, qui en assure la maintenance et l'exploitation.

## 5.5 Conception

Le ou la propriétaire de l'IPE doit se conformer aux conditions de service d'Hydro-Québec conformément à la Loi sur Hydro-Québec. L'IPE doit être conçue de manière à demeurer sécuritaire pour le personnel d'Hydro-Québec et pour le public en toute circonstance.

Les équipements et les installations de l'IPE doivent être conformes aux codes, normes et règles applicables au Québec ainsi qu'aux pratiques usuelles des services publics.

L'IPE doit être conçue de manière à ne pas causer de déclenchement de l'IPE à l'intérieur des zones d'immunité aux perturbations (sections 6.4 à 6.8) et de manière à causer un déclenchement dans les zones de déclenchement obligatoire (sections 9.8.3 et 9.8.4).

## 5.6 Autorisations municipales et gouvernementales

Le ou la propriétaire de l'IPE est responsable d'obtenir, au préalable, toutes les autorisations nécessaires au niveau municipal, provincial et fédéral.

Par exemple, un permis de construction peut être requis au niveau municipal pour l'installation de panneaux solaires ou d'une éolienne. Un permis du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec peut être requis pour l'installation d'une turbine hydraulique de petite puissance.

## 5.7 Informations à transmettre à Hydro-Québec

L'intégration d'une IPE au réseau de distribution peut nécessiter des modifications aux installations existantes d'Hydro-Québec.

Des informations doivent donc être transmises à Hydro-Québec lors de la demande de raccordement dans le but d'assurer le respect des exigences techniques et des conditions de raccordement de l'installation, de réaliser l'étude d'intégration (section 5.8) qui permettra d'identifier les modifications à apporter au réseau et d'établir les conditions de raccordement de l'IPE au réseau de distribution :

- a) le formulaire de Demande de raccordement d'équipements de production d'électricité au réseau d'Hydro-Québec (Annexe A) ;
- b) un schéma unifilaire des installations (Annexe B) signé par un ingénieur ou une ingénieure ;

<sup>14</sup> Pour les employés et les employées d'Hydro-Québec, la norme D.24-20 *Critères de vérification des dispositifs d'isolement des sources d'énergie* fournit plus de précisions sur ce point.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

- c) pour les SERMO, le certificat qui démontre la conformité de l'onduleur à la norme UL1741-SB, incluant les résultats des essais de la section SB4.3.5.17 de la norme UL1741-SB ;
- d) le certificat de conformité à la norme IEEE 2030.5 / Sunspec Common Smart Inverter Profile (CSIP) version 2.1 ou plus récent ;
- e) pour les SERMO de 250 kW et plus, le ou les certificats qui démontrent la conformité de l'onduleur à la norme IEC 62786-1 :2023 ou plus récent.

## 5.8 Étude d'intégration

L'étude d'intégration est un document qui vise à déterminer un scénario optimal du point de vue technique, économique et environnemental, parmi plusieurs variantes, pour l'intégration d'une IPE au réseau d'Hydro-Québec. Cette étude est spécifique à une demande de raccordement d'une nouvelle ressource en particulier. L'étude fournit la liste des équipements et des modifications requises au réseau, s'il y a lieu, pour l'intégration d'une IPE au réseau d'Hydro-Québec.

L'étude d'intégration est réalisée par Hydro-Québec à l'aide des informations fournies lors de la demande de raccordement<sup>15</sup>.

Hydro-Québec réalise une étude d'intégration dans l'une des situations suivantes :

- lors d'une demande de raccordement de centrale, conformément à la section 1.28 des *Tarifs et conditions des services de transport d'Hydro-Québec*. Il s'agit alors d'une étude d'intégration de centrale ;
- lors d'une demande de raccordement d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice, par exemple lorsque la capacité d'accueil du réseau est excédée au point de raccordement demandé. Il s'agit alors d'une étude d'intégration d'autoproduction ;
- lors d'une demande de modification aux installations d'une centrale, d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice.

Dans le cas d'une étude d'intégration d'autoproduction, la présence d'une protection visant à assurer une charge minimum (section 9.1.3) ou d'une protection visant à limiter l'injection de puissance (section 9.1.4) peut contribuer à limiter l'impact de l'IPE sur le réseau d'Hydro-Québec, ce qui pourrait par le fait même diminuer les coûts de raccordement au réseau et réduire les délais de réalisation des travaux.

## 5.9 Étude de raccordement

L'étude de raccordement est un document qui vise à faciliter la communication entre le ou la propriétaire d'une IPE et Hydro-Québec pendant les phases de conception, de mise en service et d'essais de la réalisation d'une IPE. Elle atteint cet objectif en consignait en un seul document toutes les informations techniques requises par Hydro-Québec et par le ou la propriétaire de l'IPE au sujet du raccordement.

Cette étude doit être réalisée et signée par une ingénieure ou un ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE, à ses frais.

<sup>15</sup> Pour les employés et les employées d'Hydro-Québec, la norme E.12-02 *Planification du réseau de distribution d'Hydro-Québec pour l'intégration de la production décentralisée* fournit plus de précisions sur ce point.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Afin de guider la réalisation de l'étude de raccordement, Hydro-Québec fournit un gabarit d'étude ainsi que les informations nécessaires au propriétaire ou à la propriétaire de l'IPE (Annexe F). Au fur et à mesure de l'avancement du projet d'IPE, l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit transmettre à Hydro-Québec différents livrables techniques réunis à l'intérieur de cette étude.

Si les résultats de l'étude de raccordement font en sorte que certaines modifications doivent être apportées au réseau de distribution, des frais pourraient alors devoir être assumés par le ou la propriétaire de l'IPE, conformément aux *Conditions de service*. Ces modifications pourraient retarder l'autorisation de la mise en service.

La durée de l'étude de raccordement peut varier grandement en fonction de la complexité du raccordement, des études requises et des modifications au réseau d'Hydro-Québec nécessaires le cas échéant. Dans le cas du raccordement d'une centrale, l'étude de raccordement doit débuter au moins dix-huit (18) mois avant la date de mise sous tension initiale prévue.

La version finale, signée, incluant les réglages définitifs, doit être remise à Hydro-Québec au moins deux (2) mois avant la mise en service prévue. Le document doit être en format PDF et les signatures doivent être numériques et avoir été émises par le Centre de certification du Québec<sup>16</sup>. Le document doit être transmis par voie électronique.

L'acceptation finale de l'installation ne peut être autorisée tant qu'Hydro-Québec n'est pas satisfaite de cette étude et n'en aura pas accepté le contenu par écrit.

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

L'étude de raccordement finale signée doit être conservée par le ou la propriétaire de l'IPE pendant toute la durée de vie de l'installation et mise à la disposition d'Hydro-Québec sur demande.

## 5.10 Schémas types de raccordement

Des exemples types de schémas unifilaires de raccordement respectant les exigences de la présente norme sont présentés à l'Annexe B. Le Tableau 2 en présente le sommaire. D'autres configurations de raccordement peuvent être acceptables si elles respectent les exigences de la présente norme.

<sup>16</sup> Pour plus d'informations sur la signature électronique des documents d'ingénierie, consultez l'entreprise Notarius au <https://www.notarius.com/>

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 2 : Sommaire des schémas de raccordements de l'Annexe B**

	Onduleur certifié UL1741-SB				Onduleur <b>NON</b> certifié	Alternateur
	<b>AVEC</b> borne de neutre		<b>SANS</b> borne de neutre			
	<b>SANS</b> XFO de puissance	<b>AVEC</b> XFO de puissance	<b>SANS</b> XFO de puissance	<b>AVEC</b> XFO de puissance		
<b>SANS</b> Système de MALT	BT : Figure 1	BT : Figure 4	BT : Figure 5 et Figure 6	BT : Figure 7	BT : Figure 8	BT : Figure 3
<b>AVEC</b> Système de MALT	BT : Figure 9	BT : Figure 2 et Figure 9 MT : Figure 18	BT : Figure 10	BT : Figure 10 MT : Figure 19	BT : Figure 11 et Figure 12 MT : Figure 20	MT : Figure 16 et Figure 17

### 5.11 Modèles de simulation

Le ou la propriétaire d'une IPE de 250 kW et plus devra fournir un modèle numérique de l'IPE, pouvant être utilisé avec la version courante du progiciel PSS/E de la firme Siemens PTI. Les modèles dynamiques représentant le comportement des groupes doivent être inclus à la bibliothèque de PSS/E.

Le ou la propriétaire d'une IPE de 250 kW et plus raccordée au réseau MT d'Hydro-Québec 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 concernant les modèles de simulation sont spécifiées dans le document *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*.

### 5.12 Construction et raccordement au réseau d'Hydro-Québec

Le ou la propriétaire de l'IPE doit obtenir l'autorisation écrite d'Hydro-Québec pour procéder au raccordement de l'IPE au réseau d'Hydro-Québec.

Les équipements de production d'électricité doivent être installés du côté IPE du coffret de branchement de l'installation électrique ainsi que du côté IPE de tout équipement de sectionnement ou de mesurage utilisé par Hydro-Québec, le cas échéant.

Une fois la construction de l'IPE complétée, si l'autorisation de raccordement n'a pas été émise par Hydro-Québec, une ingénieure ou un ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit cadener l'ouverture du disjoncteur principal de l'IPE (section 5.19). L'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE devra alors envoyer à Hydro-Québec une confirmation écrite du cadernage du disjoncteur principal de l'IPE.

Une fois l'autorisation de raccordement reçue, le ou la propriétaire de l'IPE est autorisé à synchroniser ses groupes au réseau d'Hydro-Québec uniquement afin de réaliser les essais de mise en service.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

### 5.13 Modification à l'installation

Le ou la propriétaire de l'IPE doit obtenir l'autorisation écrite d'Hydro-Québec avant d'effectuer des modifications matérielles ou logicielles de réglages des équipements utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec ou d'autres paramètres de l'onduleur d'une SERMO ou encore une réfection de l'IPE.

Le ou la propriétaire de l'IPE doit transmettre une demande écrite à Hydro-Québec et joindre à celle-ci tous les documents pertinents à la demande. La section 5.7 présente une liste des documents requis. Le représentant ou la représentante d'Hydro-Québec informera le ou la propriétaire de l'IPE lors de l'analyse du dossier si une mise à jour de l'étude de raccordement est exigée (section 5.9).

À la suite d'une modification de l'installation, une inspection et des essais pourraient être requis d'une ingénieure ou d'un ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE (section 5.14).

### 5.14 Inspection et essai de vérification

Une fois le raccordement autorisé, au moment de la mise en service des groupes ou à la suite de modifications de l'IPE, des essais doivent être réalisés sous la supervision d'une ingénieure ou d'un ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE. La liste des essais est consignée dans l'étude de raccordement (Annexe F).

Si une UTAPP a été exigée par Hydro-Québec (sections 5.2 et 10.5), un technicien ou une technicienne d'Hydro-Québec viendra mettre en service l'UTAPP et établir la communication avec le CED. Des essais d'ouverture et de verrouillage à distance du disjoncteur principal de l'IPE seront effectués à ce moment.

Un représentant ou une représentante d'Hydro-Québec assistera aux essais si Hydro-Québec juge que c'est nécessaire. Cette personne pourra entre autres :

- valider les informations transmises par le ou la propriétaire de l'IPE, notamment la version du microcode de l'onduleur dans le cas d'une SERMO ;
- valider la conformité des installations au schéma de raccordement, notamment que les équipements de production d'électricité sont raccordés du côté IPE du coffret de branchement (section 5.12) ;
- valider le raccordement du fil de neutre sur la borne du neutre de l'onduleur d'une SERMO le cas échéant ;
- vérifier que les avertissements de sécurité ont été apposés aux endroits requis ;
- vérifier que les commandes manuelles du disjoncteur principal de l'IPE ont été condamnées de manière appropriée, le cas échéant ;
- vérifier que les réglages assurant la protection du réseau d'Hydro-Québec, le comportement de l'IPE en régime permanent et le comportement de l'IPE en régime perturbé ne peuvent être modifiés par du personnel non autorisé.

Une fois les essais complétés, l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit remplir et signer le rapport d'essais, puis l'envoyer à Hydro-Québec.

Hydro-Québec prendra connaissance du rapport d'essais et, si elle s'en déclare satisfaite, émettra l'autorisation de production continue. À partir de ce moment, l'IPE peut produire de l'électricité de façon continue.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

### 5.15 Scellement des réglages électriques de l'IPE

Les réglages assurant la protection du réseau d'Hydro-Québec (sections 9.8.3 et 9.8.4), le comportement de l'IPE en régime permanent (section 7.1) et le comportement de l'IPE en régime perturbé (section 7.3) ne doivent pas être modifiés sans l'autorisation d'Hydro-Québec. Le scellement par mot de passe est accepté par Hydro-Québec. L'accès aux réglages doit être limité au personnel compétent.

### 5.16 Exploitation

Une IPE de 250 kW et plus équipée d'une UTAPP doit être exploitée par le ou la propriétaire de l'IPE en conformité avec le Code de sécurité des travaux d'Hydro-Québec – Chapitre Distribution.

À cette fin, une entente d'exploitation doit être conclue entre Hydro-Québec et le ou la propriétaire de l'IPE. Les exploitants de l'IPE doivent aussi suivre une formation obligatoire sur l'application du Code de sécurité des travaux d'Hydro-Québec – Chapitre Distribution.

### 5.17 Maintenance

Le ou la propriétaire de l'IPE doit assurer la maintenance et la vérification périodique des équipements utilisés pour l'intégration au réseau d'Hydro-Québec conformément à la norme E.12-03.

Toute défaillance des systèmes relatifs à la protection du réseau d'Hydro-Québec doit être rapportée immédiatement à Hydro-Québec et corrigée dans les plus brefs délais.

### 5.18 Mise hors service des installations

Une IPE qui est raccordée au réseau d'Hydro-Québec, mais qui a cessé de produire de l'électricité depuis plus de 12 mois, doit être démantelée. Exceptionnellement, une entente pourrait être prise avec Hydro-Québec pour prolonger ce délai en cas de force majeure.

Lorsqu'une IPE est démantelée, le ou la propriétaire de l'IPE doit :

- aviser Hydro-Québec de son intention de démanteler la centrale si la période de 12 mois n'est pas écoulée ;
- exécuter les travaux nécessaires pour retirer l'installation du réseau d'Hydro-Québec. À cette fin, le ou la propriétaire de l'IPE doit faire retirer une ou plusieurs pièces mécaniques, telles que des barres omnibus, des équipements électriques ou des conducteurs, afin de rompre le lien électrique de l'énergie principale<sup>17</sup> de l'IPE avec le réseau d'Hydro-Québec ;
- faire inspecter l'IPE par une ingénieure ou un ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE afin d'obtenir une confirmation écrite signée que celle-ci n'est plus raccordée au réseau d'Hydro-Québec. Un représentant ou une représentante d'Hydro-Québec assistera à l'inspection si Hydro-Québec juge que c'est nécessaire ;
- envoyer une copie de la lettre de confirmation de l'ingénieure ou de l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE ayant effectué l'inspection à Hydro-Québec.

<sup>17</sup> On entend par énergie principale d'une IPE, le chemin électrique par lequel transite l'énergie entre les groupes et le réseau d'Hydro-Québec. En général, l'alimentation des services auxiliaires ne fait pas partie de l'énergie principale d'une IPE.



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Une fois la lettre de confirmation reçue par Hydro-Québec, l'IPE sera retirée du schéma d'exploitation du réseau et un représentant ou une représentante d'Hydro-Québec viendra retirer l'UTAPP le cas échéant.

### 5.19 Cadenassage

Les accessoires et les cadenas utilisés pour la condamnation des équipements de l'IPE doivent être spécifiquement destinés pour le cadenassage et conformes aux normes CSA Z462 section 4.2.3 *Appareil de cadenassage* et CSA Z460 section 7.3.2 *Exigences générales en matière de cadenassage*.

Lorsqu'un cadenas est apposé sur un appareil à la demande d'Hydro-Québec, une étiquette informative doit être apposée au cadenas. Un exemple de cette étiquette est présenté à la Figure 1 de l'Annexe E.

Lorsqu'un cadenas est apposé sur le bouton-poussoir présent sur la façade du disjoncteur principal de l'IPE, une étiquette informative doit être apposée au cadenas. Un exemple de cette étiquette est présenté à la Figure 2 de l'Annexe E.

### 5.20 Affichage d'avertissements de sécurité

La présence d'une IPE dans un bâtiment requiert l'affichage des avertissements de sécurité suivants :

- un avertissement signalant la présence d'une IPE doit être apposé soit sur le cabinet de l'embase du compteur, soit sur le cabinet de mesurage d'Hydro-Québec. Le même avertissement doit aussi être installé sur le panneau de distribution dans lequel est installé le disjoncteur principal de la centrale, lorsqu'applicable. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 3 de l'Annexe E ;
- dans le cas d'une IPE de moins de 250 kW qui ne nécessite pas de circuit de télécommande ou de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE, un avertissement doit être apposé sur le point de sectionnement utilisé pour le cadenassage de l'IPE. Il peut s'agir d'un sectionneur cadenassable, d'un interrupteur cadenassable ou d'un disjoncteur cadenassable. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 4 de l'Annexe E ;
- dans le cas d'une IPE de 250 kW et plus ou dans le cas d'une IPE qui nécessite un circuit de télécommande ou de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE, un avertissement doit être apposé sur le disjoncteur principal de l'IPE. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 5 de l'Annexe E ;
- dans le cas d'une IPE dotée d'un disjoncteur principal ayant nécessité la condamnation d'un bouton-poussoir présent sur la façade du disjoncteur, un avertissement doit être apposé sur le disjoncteur principal de l'IPE, le plus près possible du bouton-poussoir. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 6 de l'Annexe E ;
- dans le cas d'une IPE dotée de relais servant à assurer la protection du réseau d'Hydro-Québec, un avertissement doit être apposé sur le cabinet des relais ainsi que sur le cabinet des batteries d'accumulateurs et de l'alimentation statique sans coupure le cas échéant. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 7 de l'Annexe E ;
- dans le cas d'une IPE dotée d'une UTAPP, un avertissement doit être apposé sur le cabinet de l'UTAPP. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 8 de l'Annexe E ;
- dans le cas d'une IPE dotée d'autres types de systèmes nécessaires à la protection du réseau d'Hydro-Québec tel que, par exemple, des transformateurs de mesure, des systèmes d'alimentations, des relais d'interposition ou des appareils de télécommunication, un avertissement

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

doit être apposé sur chacun des cabinets dans lesquels ces systèmes sont présents. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 9 de l'Annexe E ;

- dans le cas d'une IPE dotée d'un transformateur de MALT, un avertissement doit être apposé sur le transformateur. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 10 de l'Annexe E ;
- dans le cas d'une IPE équipée d'un onduleur multimode et dotée d'une seule borne (section 8.13.6), un avertissement doit être apposé sur l'onduleur. Un exemple de cet avertissement est présenté à la Figure 11 de l'Annexe E.

Les avertissements de sécurités doivent :

- être imprimés ou fabriqués à l'aide de matières durables ;
- résister à l'environnement dans lequel ils sont installés ;
- rester lisibles pour la durée de vie utile planifiée de l'IPE ;
- être apposés à l'aide d'un adhésif permanent ou à l'aide de fixations permanentes.

Hydro-Québec recommande l'utilisation de plaques gravées de type lamicoïde fixées aux cabinets à l'aide de vis.

## 6 Exigences relatives à la tension et à la fréquence

### 6.1 Fluctuations de tension

L'opération d'une IPE ne doit pas entraîner la tension au point de raccordement ou à tout autre point du réseau de distribution d'Hydro-Québec à l'extérieur des limites permises en conditions normales d'exploitation présentées à la section 4.1.

Le niveau de papillotement au point de raccordement, causé par l'IPE, doit respecter les limites définies par la norme C.22-03 *Exigences techniques relatives au raccordement des charges fluctuantes au réseau de distribution d'Hydro-Québec*. Les fluctuations de tension devant être considérées lors du calcul du papillotement excluent les phénomènes transitoires d'une durée inférieure à 2 périodes de 60 Hz. Ces fluctuations peuvent être notamment causées par la manœuvre de batteries de condensateurs et par le démarrage et l'arrêt de moteurs ou de génératrices.

Les limites de papillotement de tension admissibles sont définies en fonction de la fréquence des fluctuations.

Dans le cas où l'IPE a plus d'un équipement pouvant provoquer des fluctuations de tension, par exemple au niveau des équipements des services auxiliaires, leurs effets cumulatifs doivent être évalués conformément aux dispositions de la norme C.22-03 *Exigences techniques relatives au raccordement des charges fluctuantes au réseau de distribution d'Hydro-Québec*.

L'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit effectuer les calculs relatifs aux fluctuations de tension à l'aide des données du réseau d'Hydro-Québec au point de raccordement, lorsque ses installations comportent des équipements susceptibles de produire des fluctuations de tension. Pour ce faire, Hydro-Québec lui fournit le niveau minimal de court-circuit ainsi que l'emplacement du point de raccordement à utiliser pour effectuer les calculs.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 6.2 Distorsions harmoniques

L'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit effectuer les calculs relatifs aux perturbations harmoniques à l'aide des données du réseau d'Hydro-Québec au point de raccordement lorsque ces installations comportent des équipements susceptibles de produire des harmoniques. Les indications précises sur la méthode de calcul à utiliser sont définies dans la norme C.25-01, *Exigences techniques relatives à l'émission d'harmoniques par les installations de clients raccordées au réseau de distribution d'Hydro-Québec*.

Lorsque l'une ou l'autre des limites de perturbation harmonique est dépassée, l'IPE doit être modifiée ou munie de filtres pour limiter l'injection de courants harmoniques dans le réseau d'Hydro-Québec. Lorsque de tels filtres sont requis, l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit réévaluer les indices précédents pour démontrer que l'IPE respecte ainsi les limites prescrites avec l'ajout de filtres. Hydro-Québec peut exiger que des mesures soient effectuées en réseau pour s'assurer que l'IPE respecte les limites prévues.

## 6.3 Injection de courant continu

Aucune IPE ne devra, sous aucune considération, produire un courant continu d'amplitude supérieure à 0,5 % de son courant nominal. Bien que cette exigence soit générale, elle s'applique plus particulièrement aux SERMO.

## 6.4 Immunité aux variations de tension

L'IPE doit être conçue de façon à pouvoir générer sa pleine puissance d'exploitation lorsque la tension au point de raccordement est maintenue à l'intérieur de +10 % / -12 % de la tension nominale du réseau de distribution BT et à l'intérieur de +10 % / -10 % de la tension nominale du réseau de distribution MT.

### 6.4.1 Passage à travers les sous-tensions et les surtensions

Le Tableau 3 et le Tableau 4 présentent les exigences de passage à travers les sous-tensions et les surtensions<sup>18</sup>.

L'Annexe G présente les graphiques illustrant de manière superposée les exigences de passage à travers les sous-tensions, les surtensions et les seuils de protection.

<sup>18</sup> Ces exigences sont basées à la fois sur les valeurs des Tableaux 8 et 9 de la section 12.2 du document *Exigences techniques de raccordement des centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec* et sur la section 6.4 de la norme IEEE 1547-2018.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 3 : Durée minimale de passage à travers les sous-tensions et les surtensions d'une IPE**

Tension (% de la tension nominale) <sup>1</sup>	Durée de passage à travers <sup>2</sup>	Mode d'opération <sup>3</sup>
137 % < V	0,033 seconde	Doit rester en opération
125 % < V ≤ 137 %	0,1 seconde	Doit rester en opération
120 % < V ≤ 125 %	2 secondes	Doit rester en opération
110 % < V ≤ 120 %	12 secondes	Doit rester en opération
88 % ≤ V ≤ 110 %	Déclenchement prohibé	Opération continue
70 % ≤ V < 88 %	20 secondes	Doit rester en opération
50 % ≤ V < 70 %	10 secondes	Doit rester en opération
V < 50 %	1 seconde	Doit rester en opération

1. Tension (RMS) à la fréquence fondamentale pour une IPE monophasée. Tension (RMS) phase-neutre et phase-phase pour chacune des phases pour une IPE triphasée. Si l'une des phases atteint le seuil de déclenchement, l'IPE doit déclencher sur les trois phases.
2. Durée minimale pendant laquelle l'IPE doit demeurer en service sans déclenchement (déclenchement prohibé) à la suite d'une perturbation.
3. Comportement attendu de l'IPE pendant la durée de passage à travers une perturbation

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 4 : Durée minimale de passage à travers les sous-tensions et les surtensions d'une IPE de moins de 250 kW équipée de SERMO et d'un onduleur certifié UL1741-SB**

Tension (% de la tension nominale) <sup>1</sup>	Durée de passage à travers <sup>2</sup>	Mode d'opération <sup>3</sup>
137 % < V	Instantané <sup>4</sup>	Peut bloquer ou déclencher
125 % < V ≤ 137 %	Instantané <sup>4</sup>	Peut bloquer ou déclencher
120 % < V ≤ 125 %	Instantané <sup>4</sup>	Peut bloquer ou déclencher
110 % < V ≤ 120 %	12 secondes	Doit bloquer
88 % ≤ V ≤ 110 %	Déclenchement prohibé	Opération continue
70 % ≤ V < 88 %	20 secondes	Doit rester en opération
50 % ≤ V < 70 %	10 secondes	Doit rester en opération
V < 50%	1 seconde	Doit bloquer

1. Tension (RMS) à la fréquence fondamentale pour une IPE monophasée. Tension (RMS) phase-neutre et phase-phase pour chacune des phases pour une IPE triphasée. Si l'une des phases atteint le seuil de déclenchement, l'IPE doit déclencher sur les trois phases.
2. Durées minimales pendant lesquelles l'IPE doit demeurer en service sans déclenchement (déclenchement prohibé) à la suite d'une perturbation.
3. Comportement attendu de l'IPE pendant la durée de passage à travers une perturbation.
4. Le terme « Instantané » réfère à la permission de donner un ordre de déclenchement sans délai intentionnel.
5. Un onduleur certifié UL1741-SB est considéré comme conforme.

## 6.5 Immunité à la tension de séquence inverse

L'IPE 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 de distribution d'Hydro-Québec, en plus de continuer à opérer pendant des événements exceptionnels.

Hydro-Québec vise à livrer une tension sur son réseau qui comporte<sup>19</sup> :

- moins de 2 % de tension de séquence ( $V_2/V_1$ ) inverse en conditions normales 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.

<sup>19</sup> Extrait du document *Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux moyenne et basse tension d'Hydro-Québec*.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

En ce qui concerne les événements exceptionnels, l'IPE doit continuer à opérer sans interruption en présence des conditions suivantes<sup>20</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.

## 6.6 Immunité à la tension de séquence homopolaire

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

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

En ce qui concerne les événements exceptionnels, l'IPE doit continuer à opérer sans interruption lors d'un court-circuit phase-terre sur une ligne adjacente<sup>21</sup>. À cette fin, la section de coordination des protections de l'étude de raccordement (section 5.9) doit tenir compte de la contribution de l'IPE au courant de séquence homopolaire dans un court-circuit franc de type phase-terre sur une ligne adjacente. Si l'événement devait durer plus de 1 seconde, ce qui correspond à la durée de passage à travers une sous-tension de moins de 50 % de la tension nominale telle que définie aux Tableaux 3 et 4, il serait alors acceptable que l'IPE arrête en raison du déclenchement de sa protection de réserve (section 9.1.2).

## 6.7 Immunité aux variations de fréquence

L'IPE doit être conçue de façon à pouvoir générer sa pleine puissance d'exploitation lorsque la fréquence au point de raccordement est maintenue à l'intérieur de la plage de 59,4 à 60,6 Hz.

### 6.7.1 Vitesse de variation de la fréquence

L'IPE doit être conçue de façon à demeurer en service lors d'une variation de la fréquence pour tout l'intervalle de -4 Hz / seconde à +4 Hz / seconde.

### 6.7.2 Passage à travers les variations de fréquence

Le Tableau 5 et le Tableau 6 présentent les exigences de passage à travers les variations de fréquences<sup>22</sup>.

L'Annexe G présente les graphiques illustrant de manière superposée les exigences de passage à travers les variations de fréquence et les seuils de protection.

<sup>20</sup> Extrait du Tableau 1 de la norme CSA CEI/IEC 61000-4-27:01 (réaffirmée en 2024).

<sup>21</sup> Le court-circuit 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 de l'IPE. La durée du court-circuit doit correspondre au temps d'ouverture du disjoncteur pour son réglage le plus lent. Une valeur typique de 150 ms peut être utilisée en l'absence de données précises.

<sup>22</sup> Ces exigences sont basées sur les valeurs du Tableau 4 de la section 6.6.3 et du Tableau 10 de la section 12.2.3 du document *Exigences techniques de raccordement des centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 5 : Durée minimale de passage à travers les variations de fréquence d'une IPE**

Fréquence (Hz)	Durée de passage à travers <sup>2</sup>	Mode d'opération <sup>4</sup>
$63,5 < f$	instantané	Peut rester en opération ou déclencher
$63 < f \leq 63,5$	5 secondes	Doit rester en opération
$61,5 < f \leq 63$ <sup>1</sup>	90 secondes	Doit rester en opération
$60,6 < f \leq 61,5$	660 secondes	Doit rester en opération
$59,4 \leq f \leq 60,6$	Déclenchement prohibé	Opération continue
$58,5 \leq f < 59,4$	660 secondes	Doit rester en opération
$57,5 \leq f < 58,5$	90 secondes	Doit rester en opération
$57,0 \leq f < 57,5$	10 secondes	Doit rester en opération
$56,5 \leq f < 57,0$	2 secondes	Doit rester en opération
$55,5 \leq f < 56,5$	0,35 seconde	Doit rester en opération
$f < 55,5$	instantané <sup>3</sup>	Peut rester en opération ou déclencher

- Un déclenchement instantané est permis à partir de 61,7 Hz pour les IPE suivantes :
  - munies d'alternateurs synchrones dont la capacité totale est inférieure ou égale à 250 kW ;
  - IPE thermiques et turbines à gaz ;
  - IPE munies d'alternateurs asynchrones ;
  - IPE équipe de SERMO.
- Durées minimales pendant lesquelles l'IPE doit demeurer en service sans déclenchement (déclenchement prohibé) à la suite d'une perturbation.
- Le terme « instantané » réfère à la permission de déclencher sans délai intentionnel.
- Comportement attendu de l'IPE pendant la durée de passage à travers une perturbation.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 6 : Durée minimale de passage à travers les variations de fréquence d'une IPE de moins de 250 kW équipée de SERMO et d'un onduleur certifié UL1741-SB**

Fréquence (Hz)	Durée de passage à travers <sup>1</sup>	Mode d'opération <sup>3</sup>
$61,7 \leq f$	Instantané <sup>2</sup>	Peut rester en opération ou déclencher
$61,5 < f < 61,7$	90 secondes	Doit rester en opération
$60,6 < f \leq 61,5$	660 secondes	Doit rester en opération
$59,4 \leq f \leq 60,6$	Déclenchement prohibé	Opération continue
$58,5 \leq f < 59,4$	660 secondes	Doit rester en opération
$57,5 \leq f < 58,5$	90 secondes	Doit rester en opération
$57,0 \leq f < 57,5$	10 secondes	Doit rester en opération
$56,5 \leq f < 57,0$	2 secondes	Doit rester en opération
$55,5 \leq f < 56,5$	0,35 seconde	Doit rester en opération
$f < 55,5$	instantané <sup>2</sup>	Peut rester en opération ou déclencher

1. Durées minimales pendant lesquelles l'IPE doit demeurer en service sans déclenchement (déclenchement prohibé) à la suite d'une perturbation.
2. Le terme « instantané » réfère à la permission de déclencher sans délai intentionnel.
3. Comportement attendu de l'IPE pendant la durée de passage à travers une perturbation.
4. Un onduleur certifié UL1741-SB est considéré comme conforme.

## 6.8 Immunité aux changements d'angle de phase

L'IPE doit être conçue de façon à pouvoir rester connectée lorsque l'angle de phase de la tension varie instantanément de 60° lors d'un événement monophasé et de 20° lors d'un événement triphasé. Une telle situation peut se produire lors d'événements de passage à travers une sous-tension ou de passage à travers une surtension.

## 7 Exigences relatives au comportement de l'IPE

### 7.1 Démarrage de l'IPE

#### 7.1.1 Conditions de mise en marche

Pour qu'une IPE puisse lancer sa séquence de mise en marche et commencer à produire de la puissance, les critères ci-dessous doivent être remplis :

- la tension au point de raccordement devra être stabilisée à l'intérieur des limites des conditions marginales d'exploitation présentées au Tableau 1 ;
- la fréquence devra être stabilisée à l'intérieur des limites des conditions normales d'exploitation définies à la section 4.1 ;
- dans le cas d'une IPE raccordée dans l'installation d'un client ou d'une cliente et exploitée avec une protection visant à assurer une charge minimum (section 9.1.3) ou une protection visant à limiter l'injection de puissance (section 9.1.4), il est recommandé qu'un système de protection



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

(section 9.1.6) assure que les conditions de charge électrique de l'installation soient suffisantes pour permettre la reprise de la production sans entraîner un déclenchement de la protection primaire.

Une fois les conditions ci-dessus réunies, un délai initial de mise en marche d'une durée minimale de cinq (5) minutes doit être respecté, pendant lequel les critères de mise en marche ci-dessus doivent être maintenus. Ce délai doit être appliqué au démarrage de l'IPE, à la suite d'un déclenchement de l'IPE ou d'une panne sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec<sup>23</sup>.

Lors du démarrage d'une IPE de moins de 500 kW, un délai d'une valeur aléatoire suivant une loi uniforme entre zéro (0) et trois cents (300) secondes doit être ajouté au délai initial de mise en marche de cinq (5) minutes, une fois les conditions préalables réunies.

Dans le cas d'une IPE de 500 kW et plus, une fois le délai initial de mise en marche de cinq (5) minutes écoulé, l'IPE doit augmenter linéairement sa puissance de production suivant une rampe moyenne n'excédant pas la puissance active nominale de l'IPE divisée par six cents (600) secondes.

### 7.1.2 Tolérances de synchronisation

Une IPE qui produit une tension à la fréquence fondamentale du réseau d'Hydro-Québec avant d'être électriquement raccordée à celui-ci doit atteindre les tolérances de synchronisation du Tableau 7 avant de fermer le disjoncteur principal de l'IPE pour effectuer la mise en phase.

**Tableau 7 : Tolérances de synchronisation maximales lors de la mise en phase d'une IPE avec le réseau d'Hydro-Québec<sup>24</sup>**

Puissance totale de l'IPE (kVA)	Adéquation de la fréquence ( $\Delta f$ , Hz)	Adéquation de la tension ( $\Delta V$ , %)	Adéquation de l'angle de phase ( $\Delta \Phi$ , degré)
0–500	0,3	10	20
>500–1500	0,2	5	15
>1500	0,1	3	10

Le niveau de perturbation de la tension au point de raccordement, lors de la manœuvre de synchronisation, doit respecter les exigences de la norme C.22-03 (section 7.1). Si nécessaire, des tolérances de synchronisation plus serrées seront exigées.

### 7.1.3 Tension de synchronisation

Le niveau de tension auquel peut se faire la manœuvre de synchronisation dépend de la capacité des installations du producteur et des caractéristiques du réseau d'Hydro-Québec. En effet, pour éviter des déclenchements de la protection rapide de phase du disjoncteur concerné d'Hydro-Québec lors de l'énergisation des transformateurs du producteur, celui-ci pourrait se voir contraint d'énergiser ses transformateurs avant de se synchroniser au réseau d'Hydro-Québec. Consulter la section 8.12.3 pour plus de détails sur le courant d'appel des transformateurs de puissance.

<sup>23</sup> En accord avec l'exigence de passage à travers les sous-tensions (section 6.4.1) et celle des protections de tension (section 9.8.3), une panne est caractérisée par une tension de moins de 50 % de la tension nominale phase-neutre et phase-phase pour chacune des phases et ce, pour une durée de 2 secondes et plus.

<sup>24</sup> Extrait du Tableau 5 de la norme IEEE 1547-2018.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Hydro-Québec communiquera au producteur le niveau de tension auquel devra s'effectuer la manœuvre de synchronisation.

#### 7.1.4 Synchronisation des alternateurs synchrones

La synchronisation des alternateurs synchrones au réseau de distribution doit s'effectuer à l'aide d'un système de vérification de synchronisme d'alternateur (fonction 25) tout en respectant les exigences sur les fluctuations de tension (section 6.1).

#### 7.1.5 Synchronisation des alternateurs asynchrones

La synchronisation des alternateurs asynchrones au réseau d'Hydro-Québec doit s'effectuer lorsque ceux-ci approchent de leur vitesse nominale afin de respecter les exigences sur les fluctuations de tension (section 6.1).

### 7.2 Régime permanent

Le régime permanent de la tension est défini comme la plage de tension entre 88 % et 110 % de la tension nominale pour un raccordement BT et comme la plage de tension entre 94 % et 106 % de la tension nominale pour un raccordement MT.

Le régime permanent de la fréquence est défini comme la plage de fréquence entre 59,4 et 60,6 Hz.

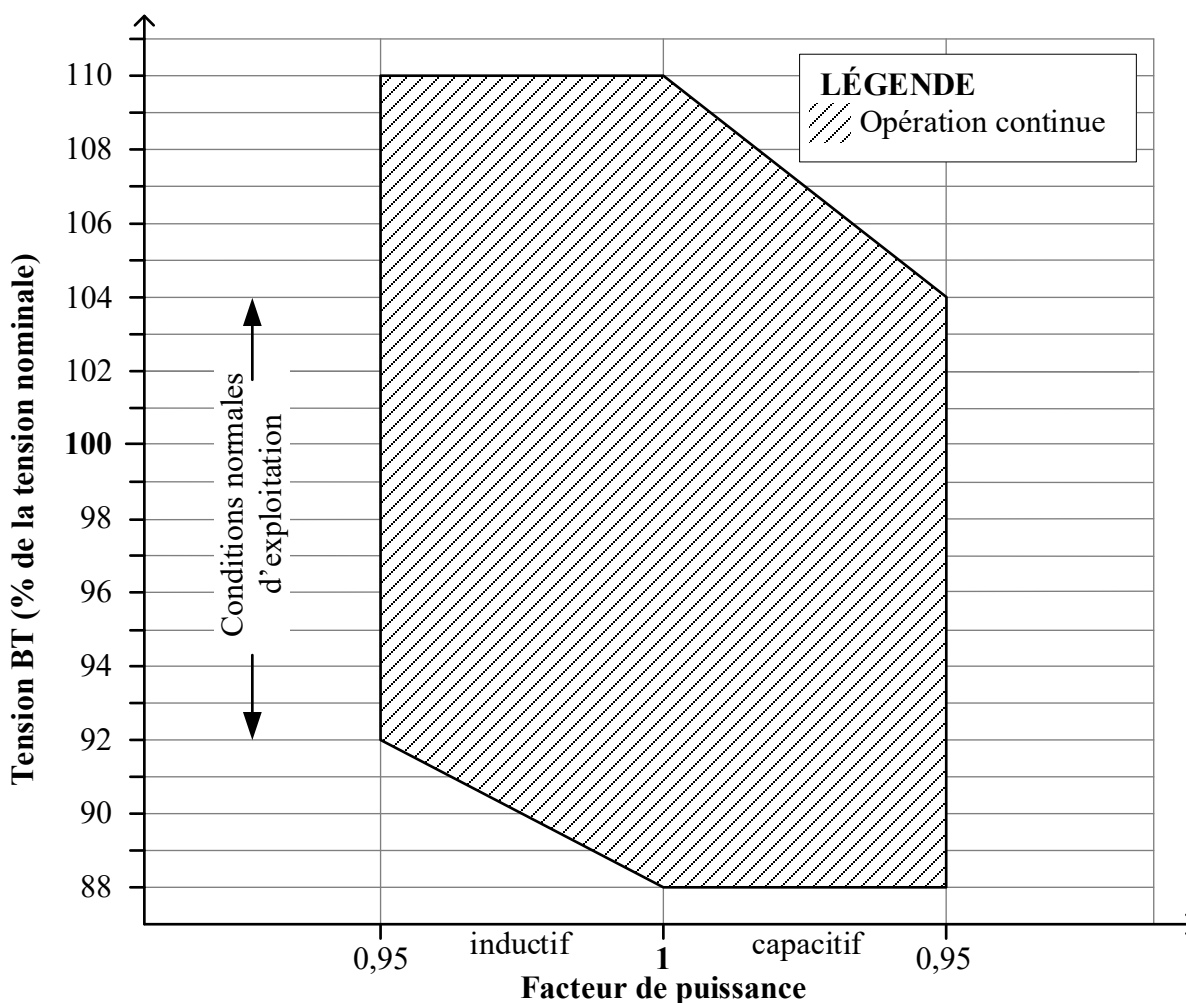
#### 7.2.1 Facteur de puissance de conception

Une IPE de 5 MW et moins doit pouvoir fournir et absorber la quantité de puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif et inductif égal ou supérieur à 0,95 au point de raccordement, tandis qu'une IPE de plus de 5 MW doit pouvoir fournir et absorber la quantité de puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif et inductif égal ou supérieur à 0,9 au point de raccordement. Cette exigence s'applique en régime permanent, lorsque l'IPE opère à sa puissance nominale, autant dans la situation où l'IPE injecte de la puissance active au point de raccordement que la situation où elle en absorbe (IPE hybride ou système de stockage d'énergie), et ce, dans toute la plage de température d'opération prévue.

Toutefois, comme illustré à la Figure 1, dans le cas d'une IPE raccordée à BT, à une tension inférieure à 92 % de la tension nominale phase-neutre, l'IPE n'est pas tenue d'absorber la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance inductif de 0,95. Elle doit néanmoins pouvoir fournir la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif de 0,95. De même, à une tension supérieure à 104 % de la tension nominale phase-neutre, l'IPE n'est pas tenue de fournir la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif de 0,95, mais doit néanmoins pouvoir absorber la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance inductif de 0,95.

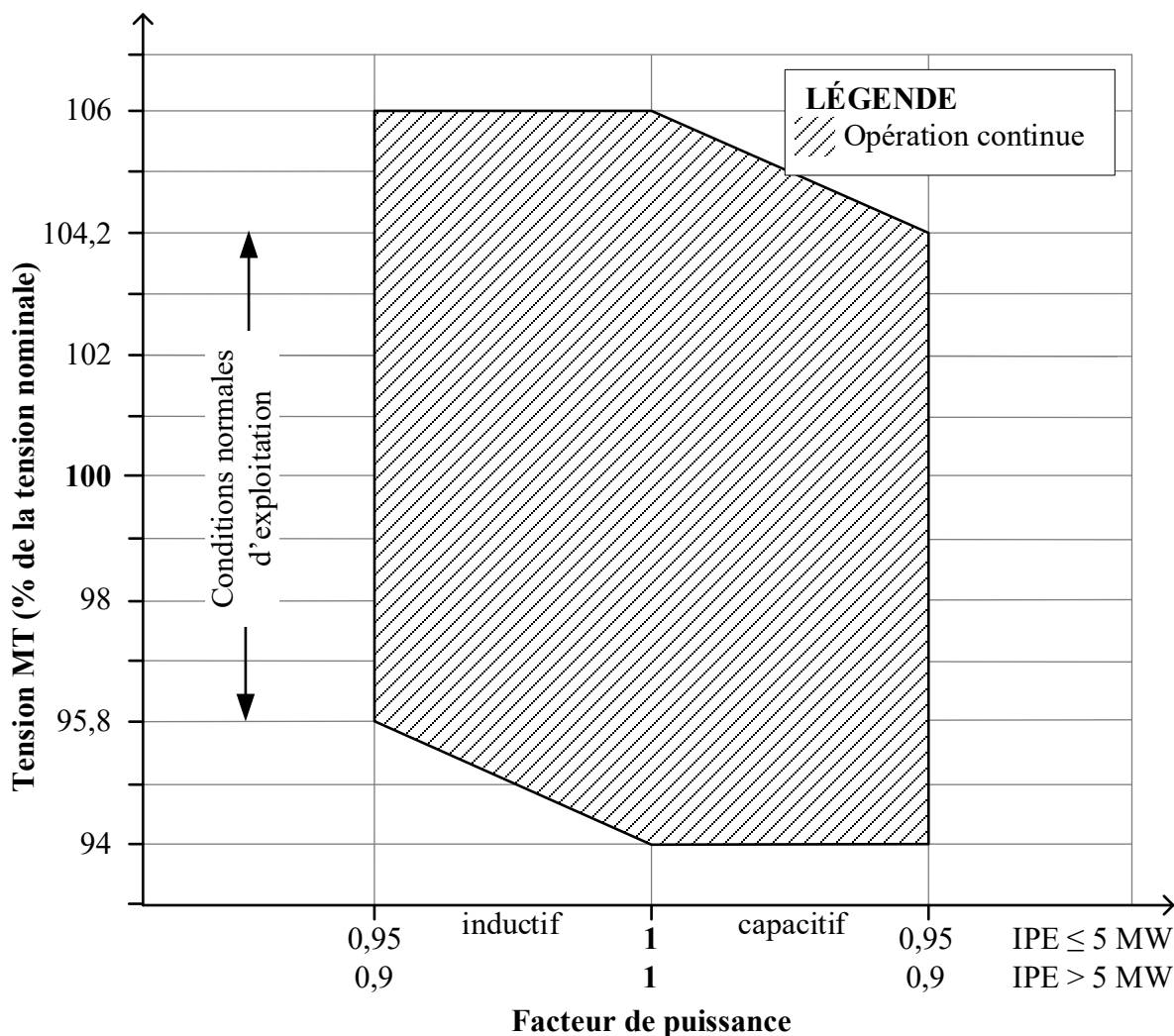
Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>

De plus, comme illustré à la Figure 2, dans le cas d'une IPE raccordée à MT, à une tension inférieure à 95,8 % de la tension nominale phase-neutre, l'IPE n'est pas tenue d'absorber la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance inductif de 0,95 pour une IPE de 5 MW et moins ou 0,9 pour une IPE de plus de 5 MW. Elle doit néanmoins pouvoir fournir la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif de 0,95 pour une IPE de 5 MW et moins ou 0,9 pour une IPE de plus de 5 MW. De même, à une tension supérieure à 104,2 % de la tension nominale phase-neutre, l'IPE n'est pas tenue de fournir la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance capacitif de 0,95 pour une IPE de 5 MW et moins ou 0,9 pour une IPE de plus de 5 MW, mais doit néanmoins pouvoir absorber la puissance réactive correspondant à un facteur de puissance inductif de 0,95 pour une IPE de 5 MW et moins ou 0,9 pour une IPE de plus de 5 MW.



**Figure 1 : Puissance réactive disponible au point de raccordement d'une IPE raccordée à BT en fonction de la tension phase-neutre**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 2 : Puissance réactive disponible au point de raccordement d'une IPE raccordée à MT en fonction de la tension phase-neutre**

### 7.2.2 Taux maximaux de rampe lors de montées ou de baisses volontaires de la puissance active

Une IPE de 250 kW et plus doit être conçue de manière à pouvoir respecter les taux maximaux de rampe suivants lors de montées ou de 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 l'IPE ;
- 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 l'IPE.

Lors des variations de la puissance active durant l'exploitation normale, l'IPE doit respecter les exigences en termes de fluctuations de tension décrites à la section 6.1.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

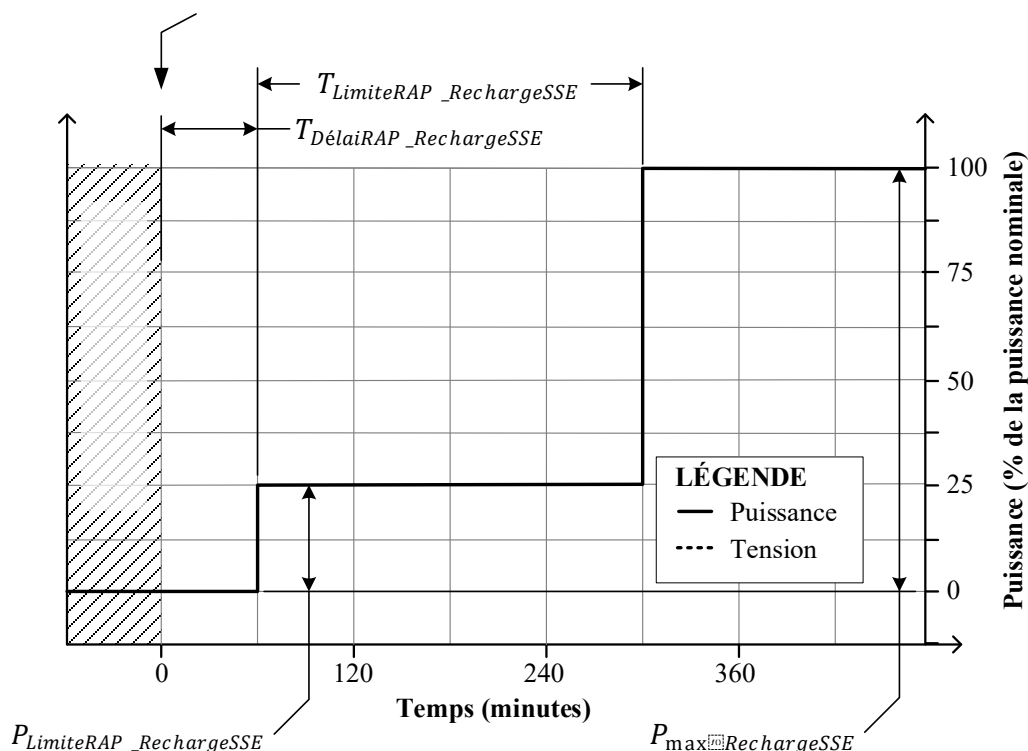
À moins d'une directive explicite d'Hydro-Québec, la valeur par défaut du temps minimal de montée et de baisse de puissance est de 10 minutes.

### 7.2.3 Reprise après panne d'un système de stockage d'énergie

Une IPE qui comporte un système de stockage d'énergie doit être conçue de manière à pouvoir limiter la puissance de recharge du système de stockage pendant la période de reprise après panne à la suite d'une interruption de l'alimentation du réseau d'Hydro-Québec. Les paramètres suivants, illustrés à la Figure 3, doivent pouvoir être configurés :

- un délai ajustable de 0 à 240 minutes, à partir de la fin de l'interruption de l'alimentation, avant la reprise de la recharge ( $T_{\text{DélaiRAP\_RechargeSSE}}$ ). La valeur par défaut est de 60 minutes ;
- un délai ajustable de 0 à 720 minutes, à la suite de la reprise de la recharge, pendant lequel la puissance de la recharge sera limitée ( $T_{\text{LimiteRAP\_RechargeSSE}}$ ). La valeur par défaut est de 240 minutes ;
- une limite de la puissance de recharge ( $P_{\text{LimiteRAP\_RechargeSSE}}$ ) dans une plage de 0 MW jusqu'à la puissance de recharge maximale du système de stockage d'énergie ( $P_{\text{max\_RechargeSSE}}$ ) pendant la période  $T_{\text{LimiteRAP\_RechargeSSE}}$ . La valeur par défaut est de 25 pour cent de  $P_{\text{max\_RechargeSSE}}$ .

Les variables  $T_{\text{DélaiRAP\_RechargeSSE}}$ ,  $T_{\text{LimiteRAP\_RechargeSSE}}$  et  $P_{\text{LimiteRAP\_RechargeSSE}}$  doivent pouvoir être configurées à distance (section 10.19.8.5).



**Figure 3 : Reprise après panne d'un système de stockage d'énergie**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 7.2.4 Arrêt de l'IPE en prévision de conditions climatiques sévères

Une IPE 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'ennuagement rapide, de fortes précipitations de neige, d'une éclipse solaire ou de tout autre phénomène naturel ou condition climatique sévère oblige son arrêt graduel.

## 7.2.5 Régulation de la puissance active (Watts)

Une IPE doit rendre disponible chacun des modes de régulation de puissance active suivants :

- régulation volt-watts<sup>25</sup> ;
- régulation hertz-watt<sup>25</sup>.

Hydro-Québec informera le ou la propriétaire de l'IPE du mode d'exploitation et des réglages du régulateur de puissance active qui devra être mis en œuvre à l'IPE. Chacun des modes d'exploitation prévus devra toutefois rester disponible.

Dans le cas d'une IPE raccordée dans l'installation d'un client ou d'une cliente et exploitée avec une protection visant à assurer une charge minimum (section 9.1.3) ou une protection visant à limiter l'injection de puissance (section 9.1.4), il est recommandé que l'IPE dispose d'un contrôle en puissance active permettant d'assurer que le seuil de déclenchement de la protection directionnelle ne soit pas atteint. Une opération de production en pointe de puissance « peak shaving » ou en suivi de charge « load following » avec surveillance de la consommation minimale est recommandée.

Une IPE de plus de 10 MW doit aussi se conformer aux exigences en matière de régulation de fréquence des sections 6.4.3 ou 12.4 des *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*.

Dans le cas d'une IPE de 10 MW et moins équipée d'alternateurs synchrones, Hydro-Québec n'exige pas, à moins d'avis contraire de sa part, que les groupes de l'IPE soient munis de régulateurs de vitesse. Lorsqu'un régulateur de vitesse est installé et n'est pas requis par Hydro-Québec, celui-ci doit être mis hors fonction (l'asservissement en fréquence doit être désactivé) lorsque le groupe est synchronisé au réseau de distribution afin de réduire les risques d'îlotage involontaire prolongé. Son utilisation lors de la production en synchronisme avec le réseau de distribution pourrait nécessiter l'utilisation d'une fonction de télédéclenchement pour assurer la séparation de l'IPE et du réseau.

## 7.2.6 Régulation de la puissance réactive (Vars)

Une IPE doit rendre disponible chacun des modes de régulation de puissance réactive suivants :

- facteur de puissance constant ;
- régulation volt-var<sup>25</sup> ;
- régulation de la puissance active-puissance réactive<sup>25</sup> ;
- puissance réactive constante.

<sup>25</sup> Voir la norme *IEEE Std 1547 Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces* pour plus de détails sur le fonctionnement du régulateur.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Hydro-Québec informera le ou la propriétaire de l'IPE du mode d'exploitation et des réglages du régulateur de puissance réactive qui devra être mis en œuvre à l'IPE. Chacun des modes d'exploitation prévus devra toutefois rester disponible.

À moins d'indication contraire de la part d'Hydro-Québec, une IPE doit maintenir un facteur de puissance (FP) unitaire au point de raccordement. Hydro-Québec peut toutefois exiger un FP différent à l'intérieur de la plage de puissance réactive que l'IPE doit rendre disponible au réseau en régime permanent (section 7.2.1).

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.

L'opération du régulateur de puissance réactive ne doit pas nuire au bon fonctionnement de la protection de réserve ou protection contre l'îlotage requise à la section 9.1.2.

Certaines restrictions s'appliquent lorsque des condensateurs sont installés à l'IPE dans le but, par exemple, de compenser le FP au point de raccordement. La section 8.8 énonce ces restrictions.

Hydro-Québec pourrait accepter qu'une IPE équipée de groupes asynchrones n'ait pas de système automatique de régulation de la puissance réactive, notamment lorsque le niveau de court-circuit au point de raccordement est nettement plus élevé que la puissance installée de l'IPE.

La régulation de la puissance réactive peut être réalisée par les groupes de l'IPE ou par des équipements de compensation supplémentaires faisant partie de l'IPE.

### 7.3 Régime perturbé

L'IPE, y compris tous ses équipements, doit demeurer en service sans déclenchement de groupe, directement ou indirectement, lors des variations de tension et de fréquence qui se manifestent, c'est-à-dire pendant et après celles-ci, à la suite d'une perturbation, à l'intérieur des zones d'immunité aux variations de tension (section 6.4), d'immunité à la tension de séquence inverse (section 6.5), d'immunité à la tension de séquence homopolaire (section 6.6), d'immunité aux variations de fréquence (section 6.7) et d'immunité aux changements d'angle de phase (section 6.8). Les équipements de l'IPE comprennent les groupes, les différents systèmes auxiliaires, les systèmes de contrôles et les équipements de compensation.

À cet effet, les exigences suivantes doivent être respectées :

1. le point de référence pour les exigences d'immunité est le point de raccordement ;
2. lors d'un événement réseau, une IPE de 250 kW et plus doit pouvoir supporter le réseau lors de chutes de tension en fournissant du courant réactif additionnel. Dans le cas d'un événement asymétrique, l'IPE doit fournir non seulement du courant réactif dans la séquence directe, mais aussi dans la séquence inverse. À cet effet, elle est soumise aux exigences de la norme IEC 62786-1 ;
3. une IPE de 250 kW et plus doit être conçue et réalisée de manière à pouvoir passer à travers de multiples événements réseau consécutifs :
  - une IPE équipée de groupes synchrones est autorisée à se déconnecter du réseau lorsque les limites thermiques d'un ou de plusieurs groupes sont dépassées à la suite d'une séquence d'événements réseau ;

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

- une IPE équipée de SERMO doit pouvoir passer à travers n'importe quelle séquence d'événements réseau, jusqu'à ce que l'énergie totale accumulée qui n'a pu être envoyée au réseau en raison d'événements réseau dans les 30 dernières minutes excède l'énergie équivalente produite par l'IPE, lorsqu'elle opère à pleine puissance pendant une durée de 2 secondes. Des bancs de charges peuvent être utilisés à cette fin lorsque nécessaire ;
- si des oscillations d'essieux ou d'autres oscillations mécaniques similaires se produisent à la suite d'une séquence d'événements réseau, les groupes affectés ou l'IPE, le cas échéant, sont autorisés à se déconnecter dans le but de se protéger.

### 7.3.1 Contribution au courant de court-circuit

La contribution d'une IPE au courant de court-circuit interrompu<sup>26</sup> ne doit dépasser la capacité des équipements de l'IPE et d'Hydro-Québec ni entraîner la somme des courants de courts-circuits présents sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec au-delà de 87,5 % de la capacité d'interruption des appareils de protection en réseau et au poste d'intégration<sup>27</sup>.

La valeur des courants de courts-circuits maximaux pour lesquelles sont conçus les équipements du réseau moyenne tension 25 kV d'Hydro-Québec sont de 12 kA efficaces symétriques pour un court-circuit triphasé et de 8 kA efficaces symétriques pour un court-circuit phase-terre.

Si le courant de court-circuit sur le réseau moyenne tension est augmenté par l'IPE et dépasse la limite permise, Hydro-Québec exigera que des moyens de mitigation soient mis en place par le ou la propriétaire de l'IPE.

### 7.3.2 Contribution aux surtensions temporaires

Une IPE ne doit pas contribuer à un niveau de surtension temporaire<sup>28</sup> de plus de 138 % de la tension nominale phase-phase et phase-neutre pour une durée de plus de 17 ms dans le cas d'un court-circuit phase-terre et dans le cas d'une perte de charge sur le réseau auquel est raccordée l'IPE, lorsque l'IPE est raccordée au réseau d'Hydro-Québec ou à la suite de la création d'un îlot involontaire.

Cette exigence est rencontrée lorsque :

- le régime du neutre au point de raccordement d'une IPE et sur toute la ligne d'intégration moyenne tension, est effectivement mis à la terre (section 5.3) ou ;
- le coefficient de MALT au point de raccordement d'une IPE équipée de SERMO et sur toute la ligne d'intégration moyenne tension est de moins de 0,8 (section 5.3.1) ou ;
- une IPE de moins de 250 kW équipée de SERMO :

<sup>26</sup> Le courant de court-circuit interrompu est défini comme étant le courant de court-circuit au moment de l'ouverture du premier contact de l'appareil de protection devant interrompre le court-circuit. Ainsi, la contribution d'une IPE au courant de court-circuit interrompu correspond à la contribution maximale de l'IPE aux courants de courts-circuits à l'intérieur d'une fenêtre de temps débutant à 1,5 cycle après le début du court-circuit et se terminant à 10 cycles après le début du court-circuit.

<sup>27</sup> Pour les employés et les employées d'Hydro-Québec, la norme E.12-02 *Planification du réseau de distribution d'Hydro-Québec pour l'intégration de la production décentralisée* fournit plus de précisions sur ce point.

<sup>28</sup> CEI définit une surtension temporaire comme ayant une durée de plus de 8,33 millisecondes, mais égale ou inférieure à une minute.



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

- comporte un onduleur doté d'un circuit de détection des surtensions phase-neutre et phase-phase conforme à la norme IEEE 1547-2018 section 7.4 *Limitation of overvoltage contribution* et ;
- les onduleurs ont été validés selon la norme UL1741-SB section SB4.3.5.17 *Limitation of overvoltage contribution* et ;
- le câblage de puissance de l'IPE assure la continuité de la séquence homopolaire du point de raccordement de l'IPE au réseau d'Hydro-Québec jusqu'aux onduleurs (section 8.5) et ;
- les transformateurs de puissance de l'IPE (section 8.12), le cas échéant, assurent la continuité de la séquence homopolaire du point de raccordement de l'IPE au réseau d'Hydro-Québec jusqu'aux onduleurs ;
- ou ;
- l'évaluation du risque de surtension temporaire liée au raccordement d'une l'IPE équipée de SERMO et installée chez un autoproduiteur ou une autoproductrice (section 5.3.2), tel que décrit dans l'ordinogramme de l'Annexe D, arrive à la conclusion qu'il n'y a pas de risque de surtension temporaire en cas de court-circuit phase-terre ou de perte de charge.

### 7.3.3 Contribution aux surtensions transitoires

Une IPE ne doit pas contribuer à un niveau de surtension transitoire<sup>29</sup> qui entraînerait le dépassement de la tension maximale de tenue des appareils d'Hydro-Québec (section 8.2).

## 8 Exigences relatives à l'appareillage de l'IPE

### 8.1 Choix de l'équipement de production d'électricité

Le choix de l'équipement de production est laissé à la discrétion du ou de la propriétaire de l'IPE, sauf dans les cas où l'IPE pourrait compromettre la régulation de tension ou la stabilité du réseau d'Hydro-Québec. Dans ces cas, Hydro-Québec peut exiger que l'IPE soit dotée d'alternateurs de type synchrone ou de SERMO en mesure de produire ou d'absorber suffisamment de puissance réactive pour assurer le bon fonctionnement du réseau d'Hydro-Québec (section 7.2).

### 8.2 Caractéristiques électriques des appareils de l'IPE

Les caractéristiques électriques de l'appareillage constituant de l'IPE doivent être compatibles avec celles du réseau de distribution auquel sont raccordées ces installations, notamment en matière de coordination de l'isolement des équipements. Le Tableau 8 présente les valeurs normalisées actuelles des niveaux d'isolement et de court-circuit du réseau de distribution BT. Le Tableau 9 présente les caractéristiques des appareils alimentés à 25 kV extraits de la norme E.21-12. Lorsqu'une IPE est raccordée à MT à une tension autre que 25 kV, Hydro-Québec communiquera au propriétaire ou à la propriétaire de l'IPE les exigences spécifiques à cette ligne.

Le ou la propriétaire de l'IPE, lors de la conception de ses installations, doit vérifier auprès d'Hydro-Québec les caractéristiques électriques applicables à la partie du réseau de distribution où ses installations seront raccordées.

<sup>29</sup> CEI définit une surtension transitoire comme ayant une durée de quelques millisecondes ou moins.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 8 : Niveaux d'isolement et niveaux de court-circuit normalisés pour l'appareillage du réseau de distribution BT d'Hydro-Québec**

Tension nominale du réseau (Volts eff.)	Tension assignée des appareils <sup>1</sup> (Volts eff.)	Niveau d'isolement à la terre (BIL) (kV eff.)	Niveau de court-circuit normalisé (kA eff. sym.)
120/240	127/254	10	22 <sup>2</sup> 45 <sup>3</sup>
347/600	367/635	10	22 <sup>2</sup> 11,7 – 96,1 <sup>3</sup>

1. La tension assignée correspond à la valeur la plus élevée de la tension entre phases pour laquelle l'appareillage est prévu en service continu. Une valeur supérieure de tension d'exploitation peut être présente en *réseau*, comme indiqué dans les *Caractéristiques de la tension fournie par le réseau de transport d'Hydro-Québec*.
2. Raccordement selon la norme E.21-10.
3. Raccordement selon la norme E.21-11.

**Tableau 9 : Caractéristiques des appareils alimentés à une tension de 25 kV**

Caractéristique	Valeur	Norme applicable
Tension efficace maximale d'exploitation pour une tension nominale de réseau de 24,9 kV	26,4 kV	CAN3-C235-F83 (R2015)
Tension minimale de tenue diélectrique de courte durée à la fréquence industrielle pendant 1 minute	60 kV (eff.)	CEI 62271-100
Tension efficace d'essai de tenue diélectrique de l'assemblage à la fréquence industrielle pendant 1 minute (phase-terre)	50 kV (eff.)	CSA C22.2 No 31-18
Tension minimale de tenue diélectrique de courte durée à la fréquence industrielle pour 1 minute sur la distance de sectionnement (entre les contacts ouverts)	66 kV (eff.)	CEI 62271-100
Tension minimale de tenue au choc de foudre par rapport à la terre	125 kV (crête)	–
Tension minimale de tenue au choc de foudre entre les contacts ouverts d'un appareil de coupure (soit 125 kV + 10 %.)	137,5 kV	–
Pouvoir minimal de coupure symétrique sur un court-circuit triphasé (pour un disjoncteur) avec une composante apériodique	12,5 kA	CEI 62271-100
Pouvoir de coupure minimal monophasé	8,1 kA	IEEE Std C37.48

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Courant minimal de fermeture asymétrique sur un court-circuit triphasé momentané avec un facteur d'amplitude de 2,6	32,5 kA (crête)	CEI 62271-100
Courant efficace d'essai de tenue de courte durée de 20 cycles	12,5 kA	CEI 62271-100
Tension nominale des parafoudres (phase-terre) Tension de cycle de service (duty-cycle voltage) *Classe de tension de 18 kV : tension maximale en fonctionnement continu (MCOV) = 15,3 kV Tension de cycle de service de 21 kV : tension maximale en fonctionnement continu (MCOV) = 17 kV	18 kV ou 21 kV*	IEEE C62.11-2020

### 8.3 Source de courant homopolaire

En raison du fait que la présence d'une source de courant homopolaire complexifie l'exploitation du réseau de distribution, Hydro-Québec souhaite limiter le nombre et la contribution en courant de ces sources. L'installation d'une source de courant homopolaire doit donc être autorisée par Hydro-Québec et ses caractéristiques doivent être soumises pour approbation.

Lorsque le maintien du régime de neutre effectivement mis à la terre (dans le cas des alternateurs) ou du coefficient de MALT (dans le cas des SERMO) (section 5.3) nécessite une source de courant homopolaire, trois possibilités s'offrent au propriétaire ou à la propriétaire de l'IPE. Les critères du Tableau 10 servent à guider le choix de la méthode utilisée.

Dans le cas du raccordement de SERMO, Hydro-Québec recommande l'utilisation d'un transformateur de puissance Y(neutre)-Y(MALT) combiné à un transformateur de MALT indépendant du transformateur de puissance. Dans le cas du raccordement de plusieurs alternateurs, Hydro-Québec recommande l'utilisation de transformateurs de puissance Y-TOUS ou Delta-TOUS, combiné à un transformateur de MALT indépendant des transformateurs de puissance des groupes.

Le type de raccordement ainsi que la valeur de l'impédance de la source de courant homopolaire devront faire l'objet d'une étude technique consignée dans l'étude de raccordement (section 5.9) et devront être acceptés par Hydro-Québec.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 10 : Types de raccordement d'une source de courant homopolaire**

Type de raccordement (côté réseau - côté IPE)	Figures Annexe B	Conditions particulières	Avantages
Y(neutre)-Y(MALT) + XFO MALT <sup>1</sup>	BT : Figure 2 et Figure 9 MT : Figure 18		Assure la continuité de la séquence homopolaire jusqu'aux groupes. Assure un courant homopolaire prévisible dans les relais de protection, peu importe le nombre de groupe en fonction.
Y-TOUS ou Delta-TOUS + XFO MALT <sup>1</sup> en AMONT	BT : Figure 10 MT : Figure 19 et Figure 20	Les protections de tension et de fréquence doivent être installées en amont du transformateur de puissance (section 9.8). Exigé lorsque plusieurs transformateurs de puissance sont requis.	Permet une isolation galvanique entre le réseau et les groupes. Assure un courant homopolaire prévisible dans les relais de protection, peu importe le nombre de groupe en fonction.
Y(neutre)-Delta <sup>1</sup>	BT : Figure 11 MT : Figure 16 et Figure 17	Un seul transformateur de puissance est autorisé. Les protections de tension et de fréquence doivent être installées en amont du transformateur de puissance (section 9.8) Une impédance de MALT pourrait être requise (section 8.4).	Permet une isolation galvanique entre le réseau et les groupes.

1. Une résistance ou une impédance de MALT pourrait être requise entre la borne H0 du transformateur et le neutre. Voir la section 8.4 pour plus de détails.

La Figure 4, la Figure 5 et la Figure 6 ci-dessous illustrent le raccordement d'un transformateur de MALT de type zigzag, d'un transformateur de MALT de type Y(neutre)-delta et d'un transformateur de puissance de type Y(neutre)-Delta.

Lorsqu'un transformateur de MALT est requis :

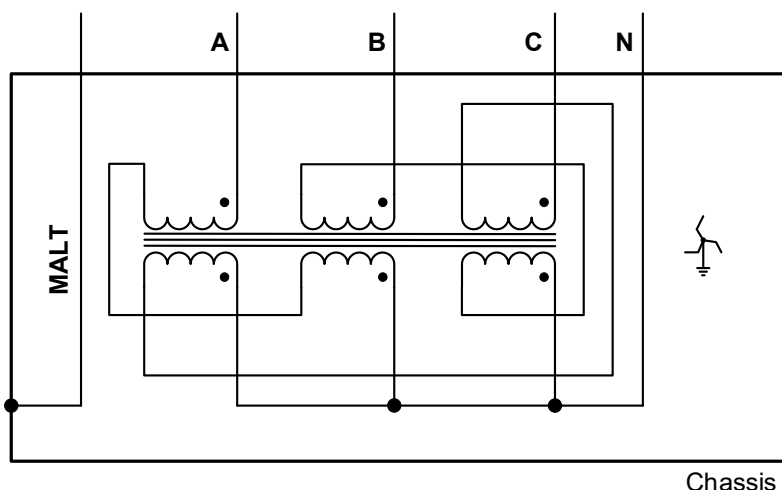
- Hydro-Québec exige que le transformateur soit muni d'un point de raccordement à la prise de neutre du transformateur afin que le raccordement du neutre à la terre puisse être effectué au moment de l'installation plutôt qu'à l'usine ou qu'une résistance ou une inductance de neutre puisse être installée au besoin ;
- Le niveau d'isolation et de tenue au choc de foudre de la prise de neutre doit être le même que pour les prises de phases.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

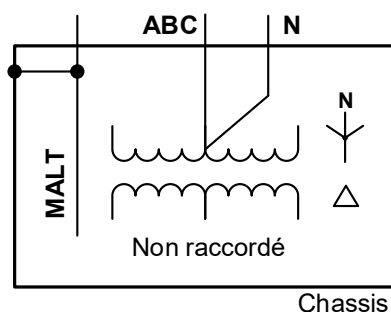
La conception de la source de courant homopolaire doit prendre en considération le déséquilibre de tension de séquence inverse maximal (section 6.5) ainsi que le déséquilibre de tension de séquence homopolaire maximal (section 6.6) qui peut se présenter au point de raccordement. Ainsi, la puissance du transformateur de MALT, de l'inductance de neutre ou de la résistance de neutre (section 8.4) doit être calculée afin de pouvoir fonctionner en continu avec un tel déséquilibre de tension de séquence inverse. La méthode A.5-09 *Application d'un transformateur de mise à la terre dans une IPE équipée de SERMO et raccordée au réseau de distribution d'Hydro-Québec* fournit plus de détails sur la manière de concevoir la source de courant homopolaire dans le cas d'une installation équipée de SERMO.

La présence d'une source de courant homopolaire peut aussi nécessiter l'ajout d'accessoires supplémentaires tel qu'un disjoncteur pour la protection du transformateur de MALT, une unité de déclenchement électronique, des transformateurs de courant, une résistance ou une impédance de neutre (section 8.4), des relais de protections, des bobines de déclenchement, etc.

Il est interdit d'alimenter des charges à partir d'un transformateur de MALT utilisé comme source de courant homopolaire pour le réseau d'Hydro-Québec. Un avertissement à cet effet doit être apposé sur le transformateur de MALT (section 5.20).

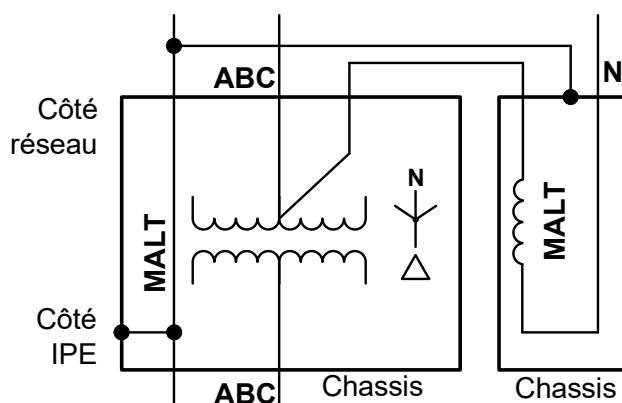


**Figure 4 : Raccordement d'un transformateur de MALT de type zigzag**

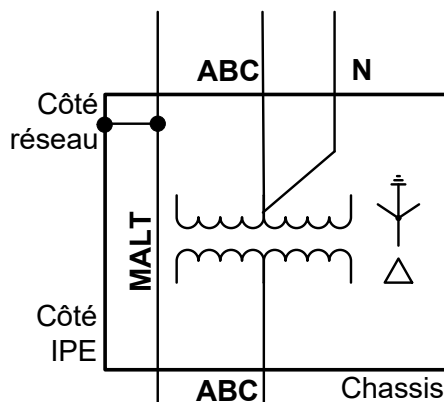


**Figure 5 : Raccordement d'un transformateur de MALT de type Y(MALT)-Delta**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



(a) avec inductance dans le neutre



(b) sans inductance

**Figure 6 : Raccordement d'un transformateur de puissance de type Y(neutre)-Delta**

#### 8.4 Impédance ou résistance de MALT

L'utilisation d'une impédance ou d'une résistance de MALT au point neutre du transformateur principal d'une IPE (Annexe B Figure 11) ou au point neutre des alternateurs de l'IPE (Annexe B Figure 3) peut s'avérer nécessaire pour diminuer la contribution de l'IPE aux courts-circuits phase-terre du réseau d'Hydro-Québec et respecter les règles de protection énumérées à la section 9.8.1.

La valeur de l'impédance ou de la résistance dépend des caractéristiques du réseau d'Hydro-Québec et de celles de l'IPE. Elle doit être établie par l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE 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.

Le niveau d'isolation et de tenue au choc de foudre des deux bornes de l'impédance ou de la résistance de MALT doit être le même que pour les prises de phases du transformateur de puissance.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 8.5 Câblage de puissance

Pour un court-circuit phase-terre au point de raccordement ainsi que pour tout point en amont, côté réseau d'Hydro-Québec, le câblage de puissance de l'IPE devrait assurer la continuité de la séquence homopolaire du point de raccordement de l'IPE au réseau d'Hydro-Québec jusqu'aux groupes lorsque ceux-ci sont munis d'une prise de neutre, sinon jusqu'à la source de courant homopolaire le cas échéant (section 8.3) et aux transformateurs de mesure utilisés pour la protection, ceci afin de permettre la détection des courts-circuits, des sous-tensions et des surtensions phase-phase et phase-neutre, par les systèmes de protection de l'IPE.

En d'autres termes, la présence d'un dispositif ayant pour effet de rompre la continuité du fil de neutre entre le point de raccordement et les groupes, la source de courant homopolaire et les transformateurs de mesure utilisés pour la protection n'est pas souhaitable. Ceci pourrait par exemple se produire lors du raccordement d'une IPE dans une installation exploitée avec un régime du neutre autre qu'effectivement ou solidement mis à la terre. Une telle situation nécessiterait une étude spécifique et l'installation de systèmes de protections supplémentaires.

Pour cette raison, une attention particulière doit être portée au régime du neutre et à l'installation du fil de neutre et du fil de continuité des masses à l'intérieur de l'IPE. Se reporter aux schémas de l'Annexe B pour plus de détails.

Hydro-Québec recommande l'utilisation d'un câblage à 5 conducteurs (phase A, B, C, neutre et continuité des masses) partout où c'est possible.

## 8.6 Services auxiliaires

Les services auxiliaires nécessaires au fonctionnement de l'IPE doivent rester fonctionnels en tout temps et ne pas cesser d'être alimentés à la suite de l'ouverture du disjoncteur principal de l'IPE 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 d'immunité aux variations de tension (section 6.4), d'immunité à la tension de séquence inverse (section 6.5), d'immunité à la tension de séquence homopolaire (section 6.6), d'immunité aux variations de fréquence (section 6.7) et d'immunité aux changements d'angle de phase (section 6.8).

Dans le cas d'une centrale :

- lors de l'étude de raccordement (section 5.9), le ou la propriétaire de l'IPE devra fournir à Hydro-Québec la puissance maximale appelée des services auxiliaires ainsi que leur consommation prévue en énergie, pour chaque mois d'une année typique ;
- le ou la propriétaire de l'IPE devra aussi souscrire un abonnement de fourniture d'électricité conformément aux *Conditions de services* et aux *Tarifs d'électricité* ;
- si l'IPE est colocalisée avec une installation ayant une autre fin, par exemple une IPE installée dans un bâtiment commercial ou industriel, l'alimentation des services auxiliaires de l'IPE devra provenir de l'embranchement de l'IPE et servir exclusivement à alimenter les équipements de l'IPE.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 8.7 Point de sectionnement

Afin d'assurer la sécurité des intervenants et des intervenantes en mesurage, les dispositions prévues par les normes E.21-10, E.21-11 et F.22-01 concernant la nécessité de points de coupure en amont et en aval du compteur, lorsqu'applicable, doivent être respectées.<sup>30</sup>

De plus, les exigences de la section 84 de la norme CSA C22.10 *Code de construction du Québec - chapitre V, électricité* concernant les dispositifs de sectionnement doivent aussi être respectées.

À cette fin, un appareil de sectionnement cadenassable (section 5.19), appartenant au propriétaire ou à la propriétaire de l'IPE, est nécessaire à l'intérieur de l'IPE afin de permettre au personnel d'Hydro-Québec de réaliser l'entretien de son réseau. L'appareil de sectionnement doit permettre d'accomplir une vérification visuelle ou positive de la séparation du point de coupure électrique<sup>31</sup>.

Lorsque la tension du point de coupure est de 750 V et moins, un disjoncteur à boîtier moulé peut servir de point de sectionnement si :

- le disjoncteur est doté d'un indicateur relié à une partie du support mobile du contact électrique par un mécanisme d'entraînement assurant que la séparation prévue est atteinte et ;
- il est possible d'effectuer une vérification d'absence de la tension.

Un disjoncteur débrochable peut servir de point de sectionnement à la condition que les employés et les employées d'Hydro-Québec puissent cadenasser l'accès à la cellule renfermant le module disjoncteur.

Dans le cas d'une IPE de 250 kW et plus, Hydro-Québec pourrait exiger qu'un espace suffisant soit prévu pour permettre l'installation de MALT temporaires. Dans le cas d'une centrale raccordée à MT, Hydro-Québec exige qu'un espace suffisant soit prévu pour permettre l'installation de MALT temporaires.

## 8.8 Condensateurs

Afin d'améliorer le faible facteur de puissance des alternateurs asynchrones, des batteries de condensateurs doivent être installées dans l'IPE. Cependant, Hydro-Québec pourrait limiter la quantité de compensation réactive afin d'éviter les phénomènes suivants :

- montée rapide de la tension (possibilité de 200 % de la tension nominale en 1 seconde) pouvant entraîner de la ferrorésonance et de l'auto-excitation à la suite d'un flitage sur une partie du réseau de distribution ;
- surtensions sur le réseau de distribution en régime permanent lors de conditions de faibles charges.

La quantité de compensation maximale est établie par Hydro-Québec en fonction des caractéristiques des alternateurs de l'IPE et de celles du réseau de distribution. Tout déficit de puissance réactive par rapport à un facteur de puissance unitaire doit être comblé par l'installation d'autres dispositifs de compensation réactive à des endroits plus propices sur le réseau de distribution.

<sup>30</sup> Pour une IPE raccordée à BT, règle générale, des dispositifs de sectionnements sont requis en amont et en aval du compteur pour les installations à 600 V ainsi que pour les installations à 120/240 V de plus de 200 A. Les installations à 120/240 V de 200 A et moins ne requièrent généralement pas d'équipements de sectionnement pour les besoins de mesurage. Les normes E.21-10 et E.21-11 fournissent les précisions sur les exigences.

<sup>31</sup> Pour les employés et les employées d'Hydro-Québec, la norme D.24-20 *Critères de vérification des dispositifs d'isolement des sources d'énergie* fournit plus de précisions sur ce point.



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Les batteries de condensateurs autorisées à l'IPE doivent être raccordées à chacun des groupes (en proportion des groupes) de sorte que l'arrêt normal ou forcé d'un groupe de l'IPE entraîne le déclenchement des condensateurs qui y sont associés pour maintenir un ratio de compensation adéquat.

## 8.9 Autosectionneur MT

Dans le cas d'une IPE raccordée au réseau MT, le ou la propriétaire de l'IPE 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 (voir les Figures 16 à 20). Le moyen de protection retenu par le producteur doit être accepté par Hydro-Québec.

## 8.10 Dispositif de protection contre les surtensions

Un dispositif de protection contre les surtensions doit être installé dans l'IPE en amont de tout équipement de celle-ci. Lorsqu'une IPE est équipée de panneaux solaires, Hydro-Québec recommande qu'un dispositif de protection contre les surtensions soit aussi être installé sur le circuit CC.

Les varistances des dispositifs de protection contre les surtensions doivent être constituées d'oxyde métallique (MOV).

Dans le cas d'une IPE raccordée au réseau MT, des parafoudres de classe distribution, service intense (« heavy duty »), sans éclateur, doivent être installés dans l'IPE et situés en amont de tout équipement de celle-ci. Les parafoudres qui ne sont pas de type antidéflagrant doivent être situés à au moins 15 mètres de toute installation d'Hydro-Québec, à moins qu'ils soient munis d'une protection mécanique (enveloppe métallique ou autre dispositif). La position des parafoudres doit aussi répondre aux exigences de la section 4.4 *Parafoudres* de la norme E.21-12 *Service d'électricité en moyenne tension*.

## 8.11 Disjoncteur principal de l'IPE

L'IPE doit être munie d'un disjoncteur principal afin de prévenir des dommages à ses installations ou à celles d'Hydro-Québec. Le disjoncteur principal de l'IPE doit être situé en amont (côté réseau) de tous les groupes. Le déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE sera initié par les différents relais ou les différentes fonctions de protection. Son pouvoir de coupure doit être suffisant pour interrompre les courts-circuits de toute nature qui surviennent dans l'IPE ou sur le réseau d'Hydro-Québec. À cette fin, le courant de court-circuit doit être calculé en tenant compte de la contribution de l'IPE.

Tous les groupes doivent être raccordés en aval d'un seul disjoncteur, utilisé comme disjoncteur principal de l'IPE. L'ouverture de ce disjoncteur ne doit pas interrompre l'alimentation des charges auxiliaires de la centrale ou des charges du client ou de la cliente qui ne sont pas reliées à l'IPE dans le cas d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice.

Dans le cas d'une IPE de moins de 250 kW qui ne nécessite pas de circuit télécommande ou de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE, Hydro-Québec exige :

- un disjoncteur miniature « miniature circuit breaker (MCB) » ou ;
- un disjoncteur sous boîtier moulé « moulded case circuit breaker (MCCB) » ou ;
- un disjoncteur de puissance basse tension « low voltage power circuit Breaker (LVPCB) » ou ;
- un disjoncteur sous boîtier isolé « insulated case circuit breaker (ICCB) » ou ;
- un disjoncteur moyenne tension « medium voltage circuit breaker (MVCB) » ;

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

- l'installation d'un avertissement sur ou immédiatement à côté du disjoncteur. Se rapporter à la section 5.20 pour plus de détails sur les exigences applicables à l'affichage de sécurité.

Dans le cas d'une IPE de 250 kW et plus ou dans le cas d'une IPE qui nécessite un circuit de télécommande ou de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE, le disjoncteur doit être muni d'une commande d'ouverture et d'une commande de fermeture distincte afin de permettre le raccordement de l'UTAPP en conformité avec la norme E.12-12. Les sections 9.3, 9.4 et 9.6 énoncent les exigences sur l'alimentation des circuits de commande, le conditionnement de la fermeture et la filerie du disjoncteur principal de l'IPE. De plus, Hydro-Québec exige :

- un disjoncteur sous boîtier moulé « moulded case circuit breaker (MCCB) » doté d'une réserve d'énergie mécanique par ressort pour le mécanisme d'ouverture et de déclenchement du disjoncteur. Hydro-Québec refuse l'opération du disjoncteur à l'aide d'un accessoire de télécommande motorisé « motor operator » ou ;
- un disjoncteur de puissance basse tension « low voltage power circuit Breaker (LVPCB) » ou ;
- un disjoncteur sous boîtier isolé « insulated case circuit breaker (ICCB) » ou ;
- un disjoncteur moyenne tension « medium voltage circuit breaker (MVCB) » ;
- que le mécanisme permettant la fermeture manuelle du disjoncteur principal de l'IPE soit désactivé et condamné de façon permanente. Si un bouton-poussoir est présent sur la façade du disjoncteur, il doit être condamné par une méthode acceptée par Hydro-Québec. Un accessoire d'origine du fabricant du disjoncteur doit être utilisé à cette fin. Si un cadenas est utilisé pour cadenasser le bouton-poussoir du disjoncteur, se référer à la section 5.19 pour plus de détails sur les exigences applicables au cadenassage ;
- qu'un avertissement soit installé sur le disjoncteur ou sur son boîtier de commande dans le cas d'un disjoncteur MT. Se référer à la section 5.20 pour plus de détails sur les exigences applicables à l'affichage de sécurité ;
- que la perte de l'alimentation des relais de protection, des circuits utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec ou du disjoncteur principal de l'IPE lorsque celui-ci nécessite une alimentation, entraîne l'ouverture immédiate du disjoncteur principal de l'IPE.

## 8.12 Transformateurs de puissance

Hydro-Québec préconise que le raccordement d'une IPE de moins de 250 kW soit effectué sans l'installation d'un transformateur de puissance dans le but d'assurer la continuité de la séquence homopolaire du point de raccordement de l'IPE au réseau d'Hydro-Québec jusqu'aux groupes. Ceci afin de permettre la détection des courts-circuits, des sous-tensions et des surtension phase-phase et phase-neutre, par les systèmes de protection de l'IPE.

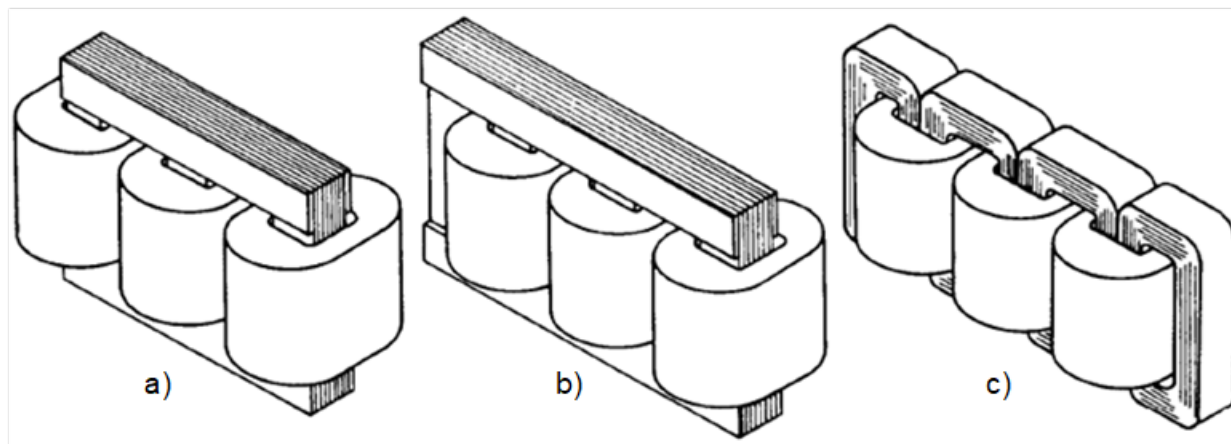
### 8.12.1 Caractéristiques

Les caractéristiques des transformateurs doivent respecter les spécifications de l'une ou l'autre des normes CAN/CSA C2-M91, CAN/CSA-C88-M90, CAN/CSA-C9-M1981 et CSA C22.2 No 47, selon le type d'appareil.

Hydro-Québec recommande l'utilisation de transformateurs munis de prises compatibles avec les plages de tension normalisées dans la norme C.21.1 *Code canadien de l'électricité* sur les limites de tension acceptables.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Pour les systèmes triphasés dotés d'enroulements Y-Y, Hydro-Québec exige l'utilisation de trois transformateurs monophasés ou d'un transformateur triphasé à quatre colonnes, cinq colonnes ou de type cuirassé « shell type » (Figure 7). Hydro-Québec recommande l'utilisation d'un transformateur à cinq colonnes. L'utilisation d'un transformateur triphasé doté d'enroulements Y-Y à trois colonnes « core type » est interdite.



**Figure 7 : Types de construction de transformateurs triphasés ;  
a) 3 colonnes, b) 4 colonnes, c) cuirassé<sup>32</sup>**

Lorsqu'un transformateur triphasé doté d'enroulements Y-Y est utilisé, la plaque signalétique du transformateur doit faire état du type de construction du noyau du transformateur afin de permettre à Hydro-Québec de le vérifier lors des essais (section 5.14). On devrait retrouver la mention « 4 colonnes », « 5 colonnes » ou « cuirassé » inscrite sur la plaque.

Lorsqu'un transformateur de puissance triphasé utilisé pour raccorder une IPE nécessite le raccordement du point neutre d'un enroulement étoile ou zigzag à la terre et que cet enroulement est du côté du réseau d'Hydro-Québec plutôt que du côté de la charge :

- Hydro-Québec exige que le transformateur soit muni d'un point de raccordement à la prise de neutre du transformateur afin que le raccordement du neutre à la terre puisse être effectué au moment de l'installation plutôt qu'à l'usine ou qu'une résistance ou une inductance de neutre puisse être installée au besoin ;
- Le niveau d'isolation et de tenue au choc de foudre de la prise de neutre doit être le même que pour les prises de phases.

### 8.12.2 Types de raccordement

À l'exception d'un transformateur d'isolation intégré à un onduleur, tout transformateur de puissance utilisé entre le point de raccordement et le point de mesure des fonctions de protection de l'IPE doit avoir ses enroulements raccordés de façon à assurer que le système de protection puisse détecter tout type de courts-circuits pouvant se produire sur le réseau de distribution ou dans l'IPE.

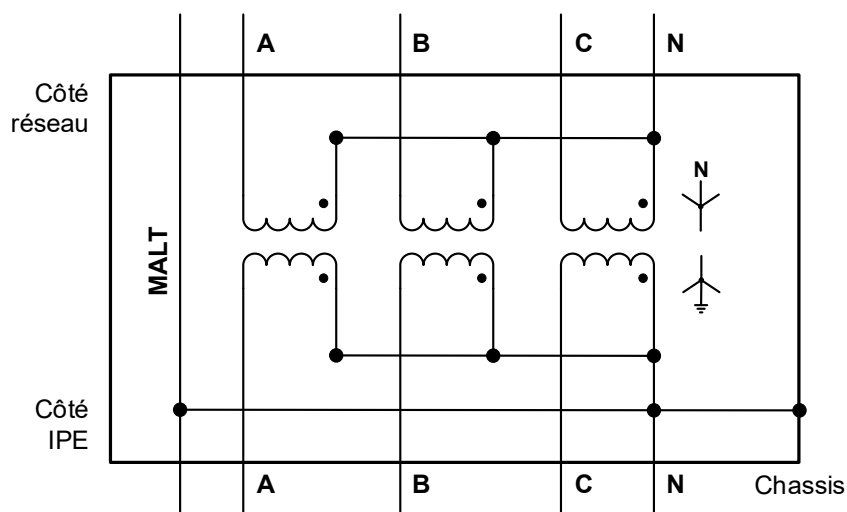
<sup>32</sup> IEEE C57.105, *Guide for Application of Transformer Connections in Three-Phase Distribution Systems*, 2008.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Pour une IPE raccordée à BT, dans le but d'assurer la continuité de la séquence homopolaire du point de raccordement de l'IPE jusqu'aux groupes, Hydro-Québec recommande un raccordement de transformateur Y(neutre)(côté réseau)–Y(MALT)(côté IPE) pour tous les transformateurs installés entre le point de raccordement de l'IPE et les groupes puisque ce raccordement assure le passage du courant homopolaire. La Figure 8 et la Figure 9 ci-dessous illustrent comment obtenir un raccordement Y(neutre)–Y(MALT) à l'aide de trois transformateurs monophasés ou d'un transformateur triphasé.

Le ou la propriétaire de l'IPE a toutefois le privilège de proposer un autre type de raccordement dans le but de répondre à des besoins particuliers. Hydro-Québec doit, dans cette situation, procéder à une étude afin de déterminer si la proposition est acceptable du point de vue du réseau<sup>33</sup>.

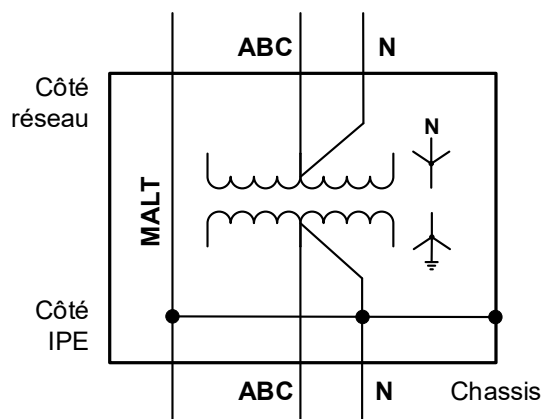
Dans le cas d'une IPE raccordée à MT, le raccordement du transformateur de puissance et de la source de courant homopolaire qui y est associée, le cas échéant (section 8.3), doit assurer un régime de neutre effectivement mis à la terre au point de raccordement.



**Figure 8 : Raccordement de trois transformateurs monophasés pour une utilisation triphasée Y(neutre)–Y(MALT)**

<sup>33</sup> Pour les employés et les employées d'Hydro-Québec, le Bulletin technique 30332-18-006-B *Raccordement des transformateurs pour les clients moyenne tension (CMT) et les installations de production d'électricité (IPÉ)* fournit plus de précisions sur ce point.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 9 : Raccordement d'un transformateur triphasé Y(neutre)-Y(MALT)**

### 8.12.3 Courant d'appel des transformateurs de puissance

L'IPE doit être conçue de manière que ses transformateurs de puissance puissent être énergisés sans déclenchement de la protection de ligne d'Hydro-Québec, tout en respectant les exigences sur les fluctuations de tension (section 6.1). Cette exigence doit être démontrée dans l'étude de raccordement (section 5.9).

Lorsque les transformateurs de puissance ont un courant d'appel trop élevé pour être magnétisé directement par le réseau d'Hydro-Québec, c'est-à-dire que l'énergisation des transformateurs causerait le déclenchement de la protection de ligne d'Hydro-Québec ou des variations de tension plus grande que les limites permises (section 6.1), un moyen de mitigation doit être mis en place afin de se conformer à l'exigence sur les fluctuations de tension (section 6.1). Les moyens ci-dessous sont proposés par Hydro-Québec :

- la magnétisation des transformateurs de puissance est effectuée par les groupes de l'IPE. Dans ce cas, la synchronisation au réseau de distribution doit s'effectuer à l'aide d'un système de vérification de synchronisme (fonction 25) (section 7.1.2) ;
- dans le cas d'une centrale munie de plusieurs groupes, plusieurs transformateurs de puissance sont utilisés et ils sont magnétisés en séquence à l'aide d'interrupteurs motorisés afin de diminuer l'amplitude du courant d'appel ;
- des résistances ou des inductances de préinsertion sont utilisées pour limiter l'appel de courant de magnétisation ;
- un appareil de commande contrôle la fermeture phase par phase du disjoncteur principal de l'IPE, afin d'optimiser le moment de la fermeture de chaque phase avec l'angle du flux rémanent présent dans le transformateur. Ceci permet de réduire le courant d'appel en limitant la différence d'angle entre le flux rémanent dans le transformateur et l'angle de phase de la tension au moment de fermeture choisi sur la forme d'onde ;
- la magnétisation des transformateurs de puissance est effectuée à partir d'un transformateur auxiliaire ;
- l'utilisation d'un transformateur de puissance doté d'une faible densité de flux.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

La performance du moyen de mitigation choisi devra être validée par des calculs et des simulations dans l'étude de raccordement (section 5.9) et au moyen d'essais (section 5.14).

#### 8.12.4 Raccordement BT sans transformateur

L'utilisation d'un transformateur entre le point de raccordement d'une IPE raccordée au réseau BT et les groupes de l'IPE est facultative si la tension nominale des groupes permet un raccordement direct. Dans le cas d'alternateurs, le régime du neutre au point de raccordement doit être conforme au régime convenu avec Hydro-Québec (section 5.3). Cependant, la conception de l'IPE doit tenir compte du fait qu'une installation sans transformateur de couplage pourrait comporter les inconvénients suivants :

- les groupes ne bénéficieraient pas de la protection du transformateur lors de surtensions dues à la foudre ;
- le courant pourrait être excessif dans le cas d'un court-circuit dans le bobinage de l'alternateur (soudage des plaques et destruction de l'alternateur) ;
- il n'y aurait plus de filtre de la 3<sup>e</sup> harmonique (en supposant un raccordement en triangle du côté secondaire) ;
- l'IPE devrait toujours satisfaire aux exigences relatives au comportement de l'IPE (section 7), et ce, en considérant les limites normales de la tension d'exploitation du réseau de distribution.

#### 8.12.5 Raccordement d'une SERMO

Dans le cas d'une IPE équipée de SERMO, Hydro-Québec exige que le transformateur de puissance soit équipé d'une double isolation électrostatique. L'utilisation d'un transformateur doté d'un facteur K de 4 ou plus est recommandée, notamment afin d'éviter l'échauffement du transformateur par la circulation de courants harmoniques. Un effet similaire peut aussi être obtenu en surdimensionnant le transformateur<sup>34</sup>.

Le raccordement de certains modèles d'onduleur nécessite une isolation galvanique entre l'onduleur et le réseau électrique. L'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit s'assurer des caractéristiques du transformateur de puissance que requiert l'onduleur. Si l'onduleur nécessite une isolation galvanique, un transformateur de type Y(Neutre)-Y(MALT) ne peut être utilisé pour son raccordement.

### 8.13 SERMO

Hydro-Québec exige l'utilisation d'un onduleur certifié (section 8.13.1). De plus, Hydro-Québec préconise l'utilisation d'un onduleur qui ne requiert pas d'isolation galvanique (section 8.12.5) et qui est muni d'une borne de raccordement pour le fil de neutre (section 8.13.2). Ceci permet alors l'utilisation d'un transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT) (section 8.12.2) et d'un câblage de puissance à 5 conducteurs (section 8.5).

#### 8.13.1 Certification

L'onduleur doit être certifié selon la norme UL1741-SB ou une version plus récente, dans le but de garantir les fonctions avancées de support au réseau, les fonctions d'interopérabilité et la protection contre les surtensions lors d'un court-circuit phase-terre ou d'une perte de charge.

<sup>34</sup> IEEE C57.110, *Recommended Practice for Establishing Liquid-Immersed and Dry-Type Power and Distribution Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents*, 2018.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

L'onduleur doit avoir été testé selon la section SB4.3.5.17 de la norme UL1741-SB. Les résultats des tests de la section SB4.3.5.17 *Limitation of overvoltage contribution* doivent démontrer le respect des critères de la norme IEEE 1547-2018 section 7.4 *Limitation of overvoltage contribution* pour un réseau effectivement mis à la terre. Ainsi, des essais doivent avoir été effectués en démontrant que pour une surtension de 138 % et plus, l'onduleur cesse d'injecter du courant en moins de 1 cycle.

Les exigences applicables à l'onduleur sont celles des catégories B et III de la norme IEEE 1547-2018. La catégorie B spécifie les critères de performance nécessaires à la régulation de tension lors d'un niveau de pénétration élevé de ressources énergétiques décentralisées. La catégorie III spécifie les critères de passage à travers les sous-tensions, les surtensions et les variations de fréquences.

Une IPE utilisant des SERMO dont la somme de la puissance nominale des groupes est de 250 kW et plus doit utiliser des onduleurs qui ont aussi été certifiés conformes à la norme IEC 62786-1 :2023 ou plus récemment par un laboratoire indépendant reconnu par le Conseil canadien des normes.

### 8.13.2 Raccordement du fil de neutre à l'onduleur

Le raccordement électrique de l'onduleur au réseau d'Hydro-Québec doit permettre aux fonctions de protections incluses dans l'onduleur de détecter les courts-circuits, les sous-tensions et les surtensions phase-phase et phase-neutre sur le réseau d'Hydro-Québec et à l'intérieur de l'IPE.

Pour cette raison, Hydro-Québec recommande que l'onduleur soit muni d'une borne de raccordement pour le fil de neutre. Cette borne doit avoir été prévue par le fabricant à cette fin et être clairement identifiée.

Si l'onduleur n'est pas muni d'une borne de raccordement pour le fil de neutre, un système de protection externe à celui-ci devra être installé afin de permettre à l'IPE de détecter les courts-circuits, les sous-tensions et les surtensions phase-neutre. Se référer à la Figure 5 et à la Figure 6 de l'Annexe B pour plus de détails.

### 8.13.3 Exception pour les procédés industriels nouveaux et les bancs d'essai

Dans le cas spécifique où un onduleur certifié n'est pas disponible commercialement pour une application particulière telle qu'un procédé industriel nouveau ou un banc d'essai, Hydro-Québec pourrait accepter l'utilisation d'un onduleur qui n'est pas certifié, si la démonstration est faite que l'IPE répondra à toutes les exigences de la présente norme.

Dans le cas d'une IPE de 250 kW et plus qui utiliserait un onduleur non certifié, Hydro-Québec pourrait exiger que le ou la propriétaire de l'IPE fournisse les données ainsi qu'un ou des modèles numériques détaillés de l'IPE nécessaire à la réalisation des études de comportement dynamique. Le ou la propriétaire de l'IPE pourrait également devoir fournir les informations et données nécessaires à la réalisation des études de phénomènes électromagnétiques transitoires par la transmission d'un modèle numérique transitoire. Les exigences détaillées sont spécifiées dans le document *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*.

### 8.13.4 Fonctions de protection d'un onduleur certifié

Une IPE :

- dont le groupe est un onduleur certifié (section 8.13.1) ;
- dont l'onduleur est muni d'une borne de raccordement pour le fil de neutre (section 8.13.2) ;
- dont le câblage est à 5 conducteurs (phase A, B, C, neutre et continuité des masses) (section 8.5) ;

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

- qui ne comporte pas de source de courant homopolaire (section 8.3) ;
- dont le raccordement du transformateur est Y(neutre)(côté réseau)–Y(MALT)(côté IPE) (section 8.12) ;

est considérée comme conforme aux exigences de protection des sections 9.1.2 et 9.1.6 (protection de réserve et permissive de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE) de la présente norme lorsque les réglages requis par Hydro-Québec sont utilisés.

De plus, quand le point de raccordement d'une IPE au réseau d'Hydro-Québec est triphasé, si l'une des phases atteint le seuil de déclenchement en tension, l'IPE doit déclencher les trois phases<sup>35</sup>.

### 8.13.5 Raccordement à la protection de l'IPE

L'onduleur d'une SERMO doit pouvoir envoyer au système de protection de l'IPE la commande de déclenchement de manière à ouvrir le disjoncteur principal de l'IPE lorsque les circuits de protection de l'onduleur commandent un déclenchement. Ceci dans le but d'assurer le verrouillage de la commande de déclenchement (section 9.5) et d'assurer qu'une commande de verrouillage en attente, de la part de l'UTAPP, peut effectivement verrouiller le disjoncteur principal de l'IPE en position ouverte, à la suite d'un déclenchement de l'onduleur (Annexe B Figure 22), afin d'empêcher la fermeture du disjoncteur principal de l'IPE lorsque le CED le requiert.

Les circuits de raccordement servant à envoyer les commandes de l'onduleur d'une SERMO au système de protection de l'IPE sont alors considérés comme utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec et toutes les exigences de la section 9 s'y rapportant sont applicables.

### 8.13.6 Onduleur multimode

Afin d'assurer la sécurité de son personnel et du public, Hydro-Québec interdit le raccordement à son réseau d'un onduleur exploité en mode autonome, aussi appelé « grid forming ».

Une IPE peut toutefois être utilisée comme alimentation de secours à certaines conditions (section 12).

Dans le but d'assurer la sécurité du personnel d'Hydro-Québec et du public, si un onduleur multimode doit être raccordé au réseau d'Hydro-Québec et que celui-ci n'est doté que d'une seule borne de raccordement<sup>36</sup>, Hydro-Québec doit s'assurer que l'appareil ne fonctionnera jamais en mode autonome. À cette fin, Hydro-Québec pose les conditions suivantes :

- l'onduleur ne doit jamais être utilisé en mode autonome « grid forming » ;
- la capacité d'opérer en mode autonome doit être désactivée de manière permanente par une configuration logicielle ou matérielle ;

<sup>35</sup> Cette exigence est reprise à la note 1 sous le Tableau 12. Pour cette raison, si trois onduleurs monophasés distincts sont utilisés au lieu d'un onduleur triphasé, un relais de protection et un disjoncteur seront requis afin d'assurer que les trois onduleurs sont déclenchés en cas d'excursion de tension sur l'une des phases, à moins que les onduleurs monophasés soient certifiés et que le manuel du fabricant propose une configuration d'installation triphasée à l'aide de trois onduleurs monophasés.

<sup>36</sup> C'est-à-dire que l'onduleur ne dispose pas d'une borne clairement identifiée pour le raccordement au réseau de distribution (laquelle ne peut fonctionner en mode autonome) et d'une deuxième borne clairement identifiée pour le raccordement des charges critiques du client ou de la cliente (laquelle peut fonctionner en mode autonome sans être raccordée au réseau de distribution).



Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

- si une configuration logicielle est utilisée pour désactiver le mode autonome, celle-ci doit être protégée de tout changement de manière permanente et être rendue inaccessible à l'utilisateur final. Une protection par un mot de passe, inaccessible à l'utilisateur final, peut être utilisée à cette fin. Dans ce cas, le mot de passe d'origine du fabricant doit avoir été changé et le nouveau mot de passe doit être robuste ;
- des essais de mise en service qui démontrent que l'onduleur ne démarre pas en mode autonome en cas de perte d'alimentation doivent être réalisés ;
- un affichage permanent doit être apposé sur l'onduleur indiquant qu'il est interdit de l'opérer en mode autonome ou « grid-forming » (section 5.20) (Annexe E Figure 11) ;
- une lettre signée de l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE qui a réalisé les essais de mise en service doit être envoyée à Hydro-Québec indiquant que :
  - l'installation électrique n'est pas conçue pour permettre que l'onduleur soit utilisé en mode autonome ;
  - la capacité d'opérer en mode autonome de l'onduleur a été désactivée de manière permanente par une configuration logicielle ou matérielle et cette configuration ne peut être modifiée par l'utilisateur du système ;
  - les essais de mise en service ont démontré que l'onduleur ne démarre pas en mode autonome en cas de perte d'alimentation ;
  - un affichage permanent a été apposé sur l'onduleur indiquant qu'il est interdit de l'opérer en mode autonome.

### 8.14 Protection électrique de l'IPE

Le ou la propriétaire de l'IPE a la responsabilité de protéger correctement ses équipements. Il ou elle doit s'assurer de les protéger en condition normale et marginale d'exploitation du réseau (section 4.1). Il ou elle doit s'assurer que les systèmes de protection sont en nombre suffisant et en mesure de réaliser les fonctions adéquates afin de protéger l'IPE contre tous les types d'événements pouvant se produire sur le réseau d'Hydro-Québec tel que les courts-circuits, les pertes de phases, les surintensités, les surtensions, les sous-tensions, les surfréquences et les sous-fréquences. En effet, certaines conditions d'exploitation du réseau d'Hydro-Québec et des installations du producteur peuvent provoquer des surtensions ou des phénomènes de résonance (ex. : autoexcitation de machines, ferorésonance, résonance sous-synchrone en présence de compensation de série sur le réseau, etc.). Afin de contrôler les effets de tels phénomènes sur son réseau, Hydro-Québec peut imposer des exigences supplémentaires ou des restrictions applicables à certains modes d'exploitation des installations du producteur.

Le ou la propriétaire de l'IPE doit également protéger correctement ses équipements contre les éventuels déséquilibres de charge ou de tension résultant de certaines conditions d'exploitation. Ces déséquilibres peuvent engendrer la circulation d'un courant homopolaire et de séquence inverse, produisant un échauffement des alternateurs et pouvant mener à un bris.

Les fonctions de protection de l'IPE doivent être conçues et réglées de manière à ne pas s'activer à l'intérieur des zones d'immunité aux variations de tension (section 6.4), d'immunité à la tension de séquence inverse (section 6.5), d'immunité à la tension de séquence homopolaire (section 6.6), d'immunité aux variations de fréquence (section 6.7) et d'immunité aux changements d'angle de phase (section 6.8). Elles doivent assurer la sécurité du public et du personnel d'Hydro-Québec sans toutefois se déclencher lors d'événements transitoires sur le réseau d'Hydro-Québec.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 9 Exigences relatives à la protection du réseau d'Hydro-Québec

Cette section traite des exigences d'Hydro-Québec relatives aux systèmes de protection installés dans l'IPE pour assurer la protection du réseau d'Hydro-Québec. L'IPE doit respecter ces exigences et pour ce faire, la conception de l'IPE doit inclure les différents dispositifs de protection exigés.

Les systèmes visant à assurer la protection du réseau d'Hydro-Québec doivent commander le déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE en cas de court-circuit, de perte de phase ou en cas de perturbation électrique sur le réseau d'Hydro-Québec et en deuxième ligne, en cas de court-circuit dans l'IPE. Le déclenchement du disjoncteur principal par la protection du réseau d'Hydro-Québec ne doit pas être utilisé à d'autres fins.

À titre informatif, l'Annexe B présente des schémas types de raccordement, de commande et de protection des installations.

### 9.1 Types de protections

Les fonctions minimales de protection exigées par Hydro-Québec pour assurer la protection de son réseau sont énumérées ci-après. Elles permettent la détection de tous les types de courts-circuits et de perturbations pouvant affecter le réseau d'Hydro-Québec.

#### 9.1.1 Protection primaire ou protection contre les courts-circuits

La protection primaire constitue une protection de ligne. Elle sert à détecter les courts-circuits sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec. La protection primaire se compose des protections suivantes :

- une protection de surintensité instantanée et temporisée de phase (fonction 50/51) ;
- une protection de surintensité instantanée et temporisée de neutre (fonction 50N/51N) ;
- une protection de surintensité instantanée et temporisée de neutre rapide (fonction 50NR/51NR) ;
- une protection de déséquilibre de courant instantanée de phase (fonction 50Q).

Une protection de surintensité instantanée et temporisée de phase (fonction 50/51) est requise dans une IPE équipée d'un alternateur.

Une protection de surintensité instantanée et temporisée de neutre (fonction 50N/51N) est requise dans une IPE équipée d'une source de courant homopolaire (section 8.3) telle qu'un transformateur de mise à la terre ou un alternateur doté d'enroulements Y avec un point neutre raccordé au conducteur de neutre.

Une protection de surintensité instantanée et temporisée de neutre rapide (fonction 50NR/51NR) est requise dans une IPE équipée d'une source de courant homopolaire (section 8.3) et d'une UTAPP (section 5.2). Dans ce cas, la protection de surintensité instantanée et temporisée de neutre rapide (fonction 50NR/51NR) est activée lorsque le verrou de l'UTAPP est activé.

Une protection de déséquilibre de courant instantanée de phase (fonction 50Q) est requise dans une IPE équipée de SERMO certifiées IEC 62786-1.

Cependant, les situations suivantes pourraient rendre inefficace et inacceptable la protection contre les surintensités :

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

- l'IPE se compose de plusieurs groupes, dont un ou plusieurs peuvent être hors service (la contribution de l'IPE aux courts-circuits pourrait alors s'avérer insuffisante pour répondre aux règles spécifiées à la section 9.8.1) ;
- la technologie utilisée ne permet pas de produire une surintensité suffisante pour répondre aux règles spécifiées à la section 9.8.1 et la contribution de séquence inverse est insuffisante pour utiliser une protection de déséquilibre de courant (fonction 50Q) en remplacement ;
- la contribution de l'IPE aux courts-circuits s'avère trop importante et dégrade la coordination des fusibles du réseau d'Hydro-Québec.

Dans ces cas, une protection contre les surintensités à retenue de tension (fonction 51V) combinée à une protection de surintensité de neutre (fonctions 50N/51N) pourrait être utilisée.

Lorsque la contribution d'une IPE à un court-circuit phase-phase est de moins de 8 ampères par phase à MT<sup>37</sup> pour un court-circuit biphasé franc au point de raccordement<sup>38</sup> et que la contribution à un court-circuit phase-terre est de moins de 5 ampères à MT<sup>39</sup> pour un court-circuit phase-terre franc au point de raccordement<sup>38</sup>, il ne sera pas requis de considérer l'impact de la contribution de la centrale au court-circuit sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec<sup>40</sup>. Ainsi, lorsqu'une source de courant homopolaire est utilisée (section 8.3), il peut être avantageux de la dimensionner de manière à limiter la contribution au court-circuit phase-terre à 5 ampères à MT.

En dernier recours, Hydro-Québec pourrait accepter que la protection de réserve constitue une protection primaire (solution généralement acceptée pour les SERMO et alternateurs asynchrones).

### 9.1.2 Protection de réserve ou protection contre l'îlotage

Ces protections servent principalement à détecter une situation pouvant conduire à l'îlotage de l'IPE à la suite d'une ouverture accidentelle ou au déclenchement d'un appareil du réseau d'Hydro-Québec. La protection de réserve se compose des protections suivantes :

- protection de sous-tension et de surtension triphasées (fonctions 27 et 59) ;
- protection de sous-fréquence et de surfréquence (fonctions 81U et 81O).

La protection de réserve doit être triphasée lorsque le point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec est triphasé ou monophasée lorsque le point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec est monophasé.

<sup>37</sup> Le seuil de 8 A a été sélectionné en raison du fait que la protection de phase la plus basse utilisée dans les disjoncteurs MT d'Hydro-Québec est réglée à 160 A. Ainsi, en considérant que l'erreur de mesure des transformateurs de courant utilisés pour la protection est de 5 %, une diminution du courant de phase mesuré par la protection de la ligne MT de 8 A (en raison de l'aveuglement par la contribution de l'IPE) est équivalente à la marge d'erreur de la mesure.

<sup>38</sup> ou à la première barre MT en amont du point de raccordement pour une IPE raccordée à BT.

<sup>39</sup> Le seuil de 5 A a été sélectionné en raison du fait que la protection de neutre la plus basse utilisée dans les disjoncteurs de départ de ligne MT des postes satellite d'Hydro-Québec est réglée à 100 A. Ainsi, en considérant que l'erreur de mesure des transformateurs de courant utilisés pour la protection est de 5 %, une diminution du courant de neutre mesuré par la protection de la ligne MT de 5 A (en raison de l'aveuglement par la contribution de l'IPE) est équivalente à la marge d'erreur de la mesure.

<sup>40</sup> Pour les employés et les employées d'Hydro-Québec, le fait qu'une IPE ait une contribution au court-circuit de moins de 8 et 5 A à MT évite de devoir réaliser une étude de coordination des protections, tel que décrit à la section 9.3.5 de la norme E.12-02.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Dans le cas d'une installation triphasée, la protection de réserve doit pouvoir détecter efficacement un court-circuit phase-terre ou la perte d'une seule phase au niveau du réseau de distribution MT. Pour cette raison, si la continuité de la séquence homopolaire du point de raccordement de l'IPE au réseau d'Hydro-Québec jusqu'aux groupes a été rompue par la présence d'un transformateur muni d'un enroulement delta ou par le câblage de puissance (section 8.5), un point de mesure pour la protection de réserve devra alors être installé à un point où la continuité de la séquence homopolaire jusqu'au point de raccordement de l'IPE au réseau d'Hydro-Québec a été maintenue (par exemple, en amont du transformateur de puissance muni d'un enroulement delta).

Pour les SERMO, une protection active d'anti-îlotage pourrait être acceptée en supplément des protections mentionnées ci-dessus.

La formation d'un îlot doit être détectée par la protection de réserve en deux secondes et moins. Les réglages des sections 9.8.3 et 9.8.4 permettent d'atteindre cet objectif lorsque les exigences relatives au comportement de l'IPE présentées à la section 7 sont respectées.

La protection de réserve a aussi un rôle de protection d'arrière-garde contre les courts-circuits sur le réseau d'Hydro-Québec.

### 9.1.3 Protection visant à assurer une charge minimum

Hydro-Québec recommande aux autoproducteurs et aux autoproductrices l'utilisation d'une protection visant à assurer une charge minimum permettant de respecter les ratios charge/production présentés dans le Tableau 11, dans le but de mitiger le risque d'îlotage involontaire prolongé et de réenclenchement hors-synchronisme. Cette protection permet de limiter au maximum les impacts du raccordement de la production d'électricité au réseau d'Hydro-Québec, de diminuer les coûts de raccordement au réseau et de réduire les délais de réalisation des travaux.

Celle-ci peut s'avérer avantageuse dans le cas d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice qui dispose d'une charge électrique toujours plus élevée que sa production électrique. Elle peut aussi être intéressante pour un client ou une cliente qui désire réduire sa consommation électrique en période de pointe.

La méthode A.5-10 Application de la norme E.12-01 au raccordement d'une IPE triphasée fournit plus de détails sur la manière d'utiliser la protection visant à limiter l'injection de puissance dans le cas d'une IPE équipée de SERMO et d'un système de stockage d'électricité.

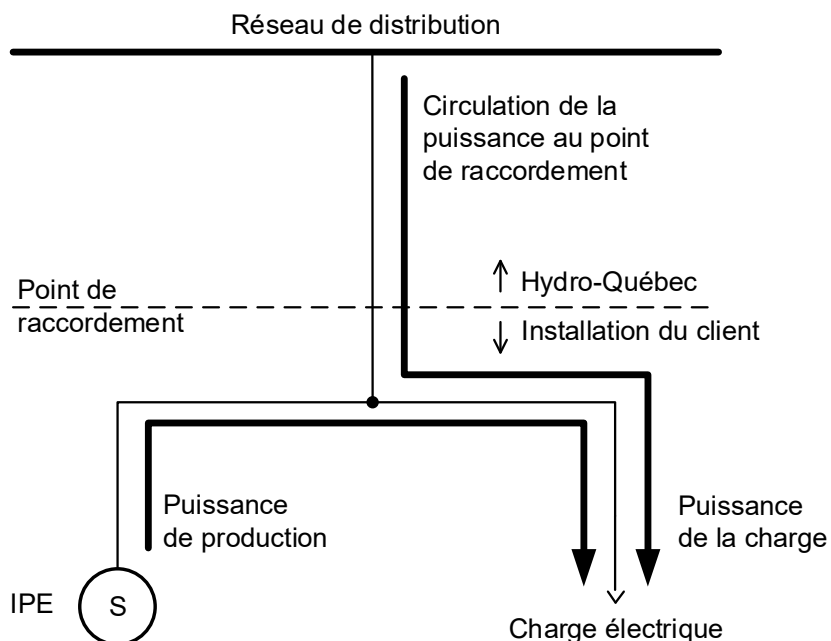
La protection visant à assurer une charge minimum se compose de l'élément suivant :

- Une protection directionnelle de puissance (fonction 32) réglée en direction du client.

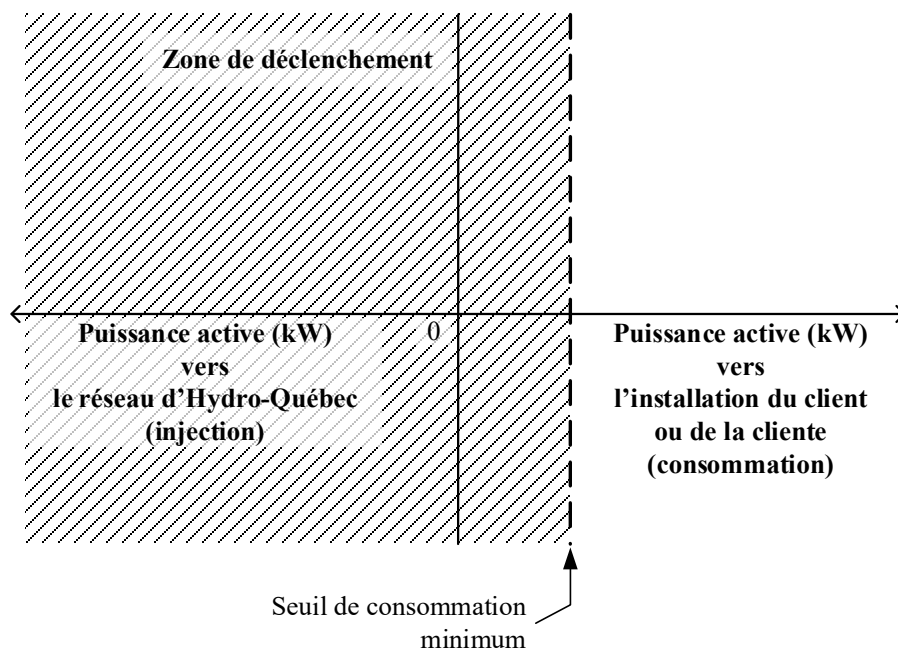
La protection directionnelle de puissance (fonction 32) doit être réglée en direction de l'installation du client ou de la cliente, c'est-à-dire que la puissance au point de raccordement doit toujours circuler vers l'installation de l'autoproduiteur ou de l'autoproductrice (Figure 10 et Figure 11).

Une entente préalable devra alors être convenue entre l'autoproduiteur ou l'autoproductrice et Hydro-Québec afin d'établir la consommation minimale en puissance au point de raccordement. Lorsque la consommation de l'installation du client ou de la cliente est inférieure à cette valeur, la protection visant à assurer une charge minimum doit être conçue pour faire déclencher le disjoncteur principal de l'IPE. La Figure 11 illustre le concept de déclenchement de la protection directionnelle de puissance pour une puissance minimale de consommation.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 10 : Circulation de la puissance active (kW) au point de raccordement de l'installation d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice équipé d'une protection visant à assurer une charge minimum**



**Figure 11 : Concept de déclenchement de la protection visant à assurer une charge minimum dans l'installation d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Cette protection vise à simplifier l'exploitation d'une IPE ayant une puissance installée de 250 kW et plus, pour laquelle le ou la propriétaire de l'IPE ne souhaite pas injecter de puissance vers le réseau de distribution d'Hydro-Québec<sup>41</sup>. Le fait de mettre en service une protection visant à assurer une charge minimum exempte l'IPE de l'application de la section 5.16 de l'encadrement concernant l'exploitation d'une IPE ayant une puissance installée de 250 kW et plus, ce qui l'exempte entre autres, de l'installation d'une UTAPP.

Cette protection vise aussi à simplifier l'intégration ainsi qu'à limiter les impacts d'une IPE sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec en assurant la présence d'une charge suffisante dans l'installation d'un autoproduiteur ou d'une autoproductrice afin de diminuer le risque d'îlotage involontaire prolongé et de réenclenchement hors-synchronisme. Ceci peut entraîner une réduction de la complexité de l'étude d'intégration<sup>42</sup> décrite à la section 5.8 et une diminution des modifications au réseau nécessaires en vue de l'intégration d'une IPE.

Lorsqu'une protection visant à assurer une charge minimum est utilisée afin d'assurer que l'IPE sera surchargée à la suite du découplage du réseau de distribution (en condition d'îlotage), la puissance consommée par la charge électrique de l'installation du client ou de la cliente doit être égale ou supérieure à la valeur qui permet d'atteindre le ratio charge/production définie au Tableau 11. Le ratio charge/production est défini par l'Équation 4.

**Tableau 11 : Ratio charge/production minimal pour une IPE afin de mitiger le risque d'îlotage involontaire prolongé et de réenclenchement hors-synchronisme**

Type de groupe de l'IPE	$P_{charge} / P_{nom\ IPE}$
SERMO ou Alternateur asynchrone à double enroulement	1,1
Synchrone inertie ≤ 2 secondes	1,5
Synchrone inertie > 2 secondes	2

$$\text{Ratio charge/production} = \frac{P_{charge}}{P_{nom\ IPE}}$$

$P_{charge}$  : Charge de l'installation du client ou de la cliente (kW)<sup>43</sup>

$P_{nom\ IPE}$  : Puissance nominale de l'IPE (kW)

**Équation 4 : Calcul du ratio charge/production d'une IPE**

<sup>41</sup> Cette approche est équivalente à l'ancien « type 1 » présent dans la norme E.12-06 :2007 au niveau du réglage de la protection directionnelle de puissance.

<sup>42</sup> Pour les employés et les employées d'Hydro-Québec, la présence d'une protection visant à assurer une charge minimum répondant aux critères du Tableau 11, pourrait permettre d'éviter de devoir mettre en place des moyens de mitigation du risque d'îlotage involontaire prolongé ou de réenclenchement hors-synchronisme, tel que décrit à la section 9.1 de la norme E.12-02.

<sup>43</sup> La charge minimum de l'installation du client ou de la cliente doit être utilisée dans le calcul si le client ou la cliente ne dispose pas d'un système de contrôle de la charge et de la production qui agira de manière à limiter la production lorsque la charge est insuffisante.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Si le ratio charge/production est inférieur aux limites spécifiées au Tableau 11, un risque d'îlotage involontaire prolongé et de réenclenchement hors-synchronisme est présent et l'étude d'intégration (section 5.8) devra déterminer les moyens de mitigations nécessaires pour atténuer ces risques. Dans ce cas, une protection visant à assurer une charge minimum peut quand même être utilisée, avec un seuil différent<sup>44</sup>.

Pour les IPE équipées de SERMO, il pourrait être préférable de respecter un ratio charge/production de 1.5 et plus tel que spécifié à la section 5.3.2 et à l'Annexe D, dans le but d'éviter de devoir produire une étude du régime du neutre et de devoir installer une source de courant homopolaire dans l'IPE le cas échéant.

En fonctionnement normal, afin de ne pas atteindre le point de déclenchement de la protection directionnelle, il est souhaitable de réduire la production électrique en prévision d'une diminution de la consommation électrique. L'autoprodacteur ou l'autoproductrice doit donc posséder une bonne connaissance de la consommation en puissance de son installation ainsi que disposer d'un contrôle suffisant de la puissance de production. Un système de gestion de l'énergie peut être installé par le ou la propriétaire de l'IPE afin de coordonner la puissance de production avec la puissance de la charge et assurer que la charge minimum est respectée.

La protection directionnelle de puissance pourrait être sensible aux variations de charge à l'intérieur de l'installation électrique de l'autoprodacteur ou de l'autoproductrice ainsi qu'aux variations normales de tension sur le réseau de distribution. De ce fait, la protection requise par l'IPE ne doit jamais provoquer de déclenchement intempestif dû aux variations de charge de l'installation ou aux variations normales de tension sur le réseau de distribution. Dans cette situation, des moyens de mitigation pourraient être requis.

La protection visant à assurer une charge minimum doit être triphasée lorsque le point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec est triphasé ou monophasée lorsque le point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec est monophasé.

Le point de mesure de la protection visant à assurer une charge minimum doit être en amont du point de raccordement de la charge dans l'installation du client ou de la cliente (voir la Figure 21 de l'Annexe B).

La mise au travail de la protection directionnelle de puissance (fonction 32) doit entraîner l'ouverture du disjoncteur principal de l'IPE. Dans le cas d'une IPE installée chez un autoprodacteur ou une autoproductrice, la mise au travail de la protection directionnelle de puissance ne doit pas entraîner l'interruption de l'alimentation de la charge de l'installation du client ou de la cliente.

Lors de la mise en place d'une protection directionnelle de puissance (fonction 32), l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit s'assurer que la précision de la chaîne de protection (mesure, relais et câblage) est suffisante pour permettre au relais d'opérer convenablement en fonction du réglage choisi. Si la précision de la chaîne de protection n'est pas adéquate, des correctifs doivent être mis en place tels que l'utilisation de transformateurs de mesure de classe mesurage ou d'un relais de facturation pour la mesure de puissance.

<sup>44</sup> Cette approche est équivalente à l'ancien « type 2 » présent dans la norme E.12-06 :2007 au niveau du réglage de la protection directionnelle de puissance.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Afin d'éviter un déclenchement de la protection directionnelle de puissance au démarrage de l'IPE, si la charge de l'installation du client ou de la cliente n'est pas suffisante pour assurer la charge minimum requise, Hydro-Québec recommande la mise en place de moyens de mitigation telle qu'une protection directionnelle de puissance (fonction 32) supplémentaire utilisée comme permissive pour la fermeture du disjoncteur principal de l'IPE.

#### 9.1.4 Protection visant à limiter l'injection de puissance

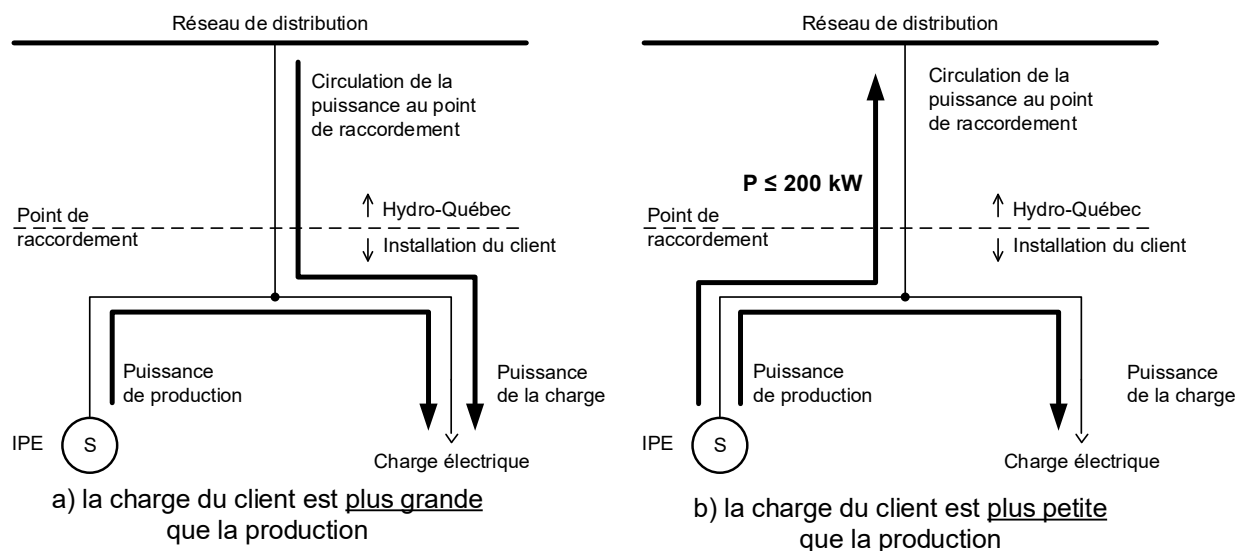
Le ou la propriétaire d'une IPE peut choisir d'installer une protection visant à limiter l'injection de puissance. Celle-ci peut s'avérer avantageuse dans le cas d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice.

La méthode A.5-10 *Application de la norme E.12-01 au raccordement d'une IPE triphasée* fournit plus de détails sur la manière d'utiliser la protection visant à limiter l'injection de puissance dans le cas d'une IPE équipée de SERMO et d'un système de stockage d'électricité.

La protection visant à limiter l'injection de puissance se compose de l'élément suivant :

- Une protection directionnelle de puissance (fonction 32) réglée en direction du réseau d'Hydro-Québec.

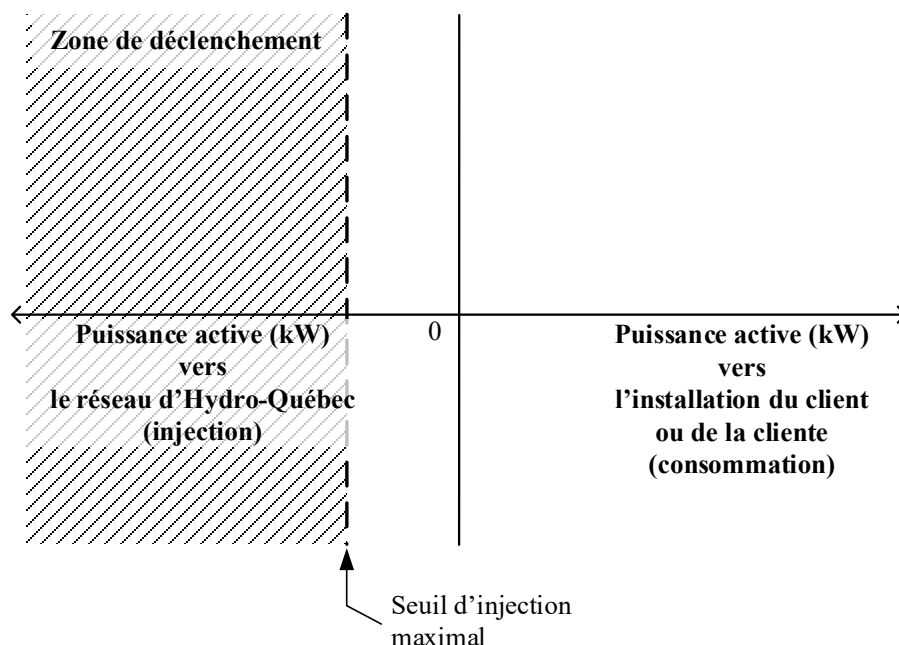
La protection directionnelle de puissance (fonction 32) doit être réglée en direction du réseau d'Hydro-Québec, c'est-à-dire que la puissance au point de raccordement doit circuler vers le réseau d'Hydro-Québec sans excéder la limite de 200 kW (Figure 12 et Figure 13).



**Figure 12 : Circulation de la puissance active (kW) au point de raccordement de l'installation d'un autoproducteur ou d'une autoproductrice équipé d'une protection visant à limiter l'injection de puissance**



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 13 : Concept de déclenchement de la protection visant à limiter l'injection de puissance dans l'installation d'un autoproducteur ou une autoproductrice**

Cette protection vise à simplifier l'exploitation d'une IPE ayant une puissance installée de 250 kW et plus, pour laquelle le ou la propriétaire de l'IPE ne souhaite pas injecter plus de 200 kW vers le réseau de distribution d'Hydro-Québec<sup>45</sup>. Le fait de mettre en service une protection visant à limiter l'injection de puissance, exempte l'IPE de l'application de la section 5.16 de l'encadrement concernant l'exploitation d'une IPE ayant une puissance installée de 250 kW et plus, ce qui l'exempte, entre autres, de l'installation d'une UTAPP.

L'impact sur le réseau d'Hydro-Québec du raccordement d'une IPE équipée d'une protection visant à limiter l'injection de puissance est plus grand que celle d'une IPE équipée d'une protection visant à assurer une charge minimum. Un risque d'îlotage involontaire prolongé et de réenclenchement hors-synchronisme est présent et l'étude d'intégration (section 5.8) devra déterminer les moyens de mitigation nécessaires pour atténuer ces risques.

En fonctionnement normal, afin de ne pas atteindre le point de déclenchement de la protection directionnelle, il est souhaitable de réduire la production électrique en prévision d'une diminution de la consommation électrique. L'autoproduiteur ou l'autoproductrice doit donc posséder une bonne connaissance de la consommation en puissance de son installation ainsi que disposer d'un contrôle suffisant de la puissance de production. Un système de gestion de l'énergie peut être installé par le ou la propriétaire de l'IPE afin de coordonner la puissance de production avec la puissance de la charge et assurer que la charge minimum est respectée.

<sup>45</sup> Cette approche est similaire à l'ancien « type 3 » présent dans la norme E.12-06 :2007 au niveau du réglage de la protection directionnelle de puissance.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

La protection directionnelle de puissance pourrait être sensible aux variations de charge à l'intérieur de l'installation électrique de l'autoproduiteur ou de l'autoproduitrice ainsi qu'aux variations normales de tension sur le réseau de distribution. De ce fait, la protection requise par l'IPE ne doit jamais provoquer de déclenchement intempestif dû aux variations de charge de l'installation ou aux variations normales de tension sur le réseau de distribution.

La protection visant à limiter l'injection de puissance doit être triphasée lorsque le point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec est triphasé ou monophasée lorsque le point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec est monophasé.

Le point de mesure de la protection visant à limiter l'injection de puissance doit être en amont du point de raccordement de la charge dans l'installation du client ou de la cliente (voir la Figure 21 de l'Annexe B).

La mise au travail de la protection directionnelle de puissance (fonction 32) doit entraîner l'ouverture du disjoncteur principal de l'IPE. Dans le cas d'une IPE installée chez un autoproduiteur ou une autoproduitrice, la mise au travail de la protection directionnelle de puissance ne doit pas entraîner l'interruption de l'alimentation de la charge de l'installation du client ou de la cliente.

Lors de la mise en place d'une protection directionnelle de puissance (fonction 32), l'ingénieure ou l'ingénieur mandaté par le ou la propriétaire de l'IPE doit s'assurer que la précision de la chaîne de protection (mesure, relais et câblage) est suffisante pour permettre au relais d'opérer convenablement en fonction du réglage choisi. Si la précision de la chaîne de protection n'est pas adéquate, des correctifs doivent être mis en place tels que l'utilisation de transformateurs de mesure de classe mesurage ou d'un relais de facturation pour la mesure de puissance.

### 9.1.5 Protection visant à limiter la contribution aux surtensions

Dans le cas d'une IPE de moins de 250 kW équipée de SERMO, dotée d'un onduleur certifié UL1741-SB, l'onduleur doit être conforme à la section 7.4 *Limitation of overvoltage contribution* de la norme IEEE 1547-2018, ce qui est requis par la certification UL1741-SB. Dans cette situation, Hydro-Québec exige que la protection de surtension en cas de court-circuit phase-terre ou de rejet de charge soit activée. Cette protection doit commander l'arrêt immédiat de l'injection de courant par l'onduleur.

Dans le cas d'une IPE de 250 kW et plus équipée de SERMO, dotée d'un onduleur certifié IEC 62786-1, Hydro-Québec exige que la protection de surtension en cas de court-circuit phase-terre ou de rejet de charge soit désactivée. Dans ce cas, la contribution en courant réactif de l'onduleur lors d'événements réseau, décrite à la section 4.7.6 *Additional reactive current requirements on generating plants*, doit être utilisée afin de limiter la contribution aux surtensions. L'étude de régime de neutre devra confirmer l'efficacité de la contribution en courant réactif de l'onduleur sur la mitigation des surtensions temporaires.

### 9.1.6 Permissive de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE

Cette protection sert à assurer que le disjoncteur principal de l'IPE ne pourra se refermer que si les conditions de mise en marche de l'IPE sont réunies (section 7.1.1). La permissive de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE doit être insérée en série dans le circuit d'enclenchement du disjoncteur principal de l'IPE (section 9.4).

La permissive de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE se compose des éléments suivants :

- un élément de sous-tension et de surtension triphasée (fonctions 27 et 59) associé à une minuterie de 5 minutes (fonction 62) ;
- un élément de sous-fréquence et de surfréquence (fonctions 81U et 81O) ;

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

- l'absence de toute commande de déclenchement ;
- si une protection visant à assurer une charge minimum est utilisée dans l'IPE (section 9.1.3), le ou la propriétaire de l'IPE peut choisir d'ajouter un élément directionnel de puissance (fonction 32) afin de s'assurer que la charge minimum est présente avant la mise en marche de l'IPE.

### 9.1.7 Protection de défaillance de disjoncteur

Une IPE de plus de 5 MW doit être équipée d'une protection de défaillance du disjoncteur principal de l'IPE (fonction 50BF). Cette protection doit surveiller l'opération du disjoncteur principal de l'IPE et en cas de défaillance de celui-ci, commander l'ouverture de tous les disjoncteurs de groupe simultanément.

Une méthode acceptée consiste à surveiller un contact de position (52A ou 52B) ainsi que le passage du courant à travers le disjoncteur. Si après le délai d'ouverture maximal, le contact de position n'a pas changé d'état et le courant n'a pas arrêté de circuler, le disjoncteur est déclaré défaillant. L'utilisation d'une logique visant à commander un deuxième essai d'ouverture du disjoncteur est autorisée dans la mesure où celle-ci agit avant l'expiration du délai d'ouverture maximal.

La défaillance du disjoncteur principal doit être rapportée à l'UTAPP à travers le signal d'alarme.

### 9.1.8 Protections supplémentaires à l'IPE

Dans certains cas, les protections suivantes peuvent être exigées par Hydro-Québec pour assurer la protection de son réseau :

- télédéclenchement du disjoncteur principal de l'IPE ;
- protection de ligne avec télécommunication ;
- toute autre protection jugée nécessaire par Hydro-Québec.

Une IPE de 1 MW et plus doit aussi se conformer aux exigences en matière de télédéclenchement de la section 8.4.3.3 des *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*.

## 9.2 Relais multifonctions

Les relais utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec doivent être physiquement, fonctionnellement et électriquement distincts de ceux utilisés pour la protection de l'IPE. Ils ne peuvent être utilisés pour aucune autre fonction que la protection du réseau d'Hydro-Québec. Il est toutefois acceptable que ces relais transmettent des signaux de contrôle ou d'alarme au reste de l'installation, dans la mesure où ceci ne nécessite pas l'ajout d'une logique supplémentaire dans le relais.

Les modèles des relais pouvant être utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec sont énumérés dans une liste disponible sur le site Internet d'Hydro-Québec. Ces relais sont qualifiés par Hydro-Québec et ont été sélectionnés en fonction des performances requises pour assurer la protection de son réseau. La norme E.12-09 *Exigences relatives à la qualification des équipements de protection utilisés pour le raccordement de la production décentralisée sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec* a été utilisée pour qualifier les relais faisant partie de cette liste.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Pour les IPE de 250 kW et plus, la protection primaire et la protection de réserve doivent être réalisées par des relais différents et indépendants afin d'assurer une certaine redondance. L'utilisation de relais multifonctions pourra être acceptée par Hydro-Québec, pourvu que plus d'un relais soit utilisé pour assurer la redondance. Une méthode acceptée consiste à utiliser deux relais multifonctions identiques, à l'intérieur desquels toutes les fonctions de protections sont implantées, ce qui revient à implanter toutes les fonctions de protection en double.

Si un relais de protection utilisé dispose d'une fonction de surveillance de l'état de fonctionnement du relais « watchdog », le signal de défaillance doit être rapporté à l'UTAPP le cas échéant (section 10.5) et cette fonction doit être utilisée dans les conditions de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE selon la logique suivante :

- lors de l'utilisation d'un seul relais pour une fonction de protection requise par Hydro-Québec, un signal de dysfonction de ce relais doit déclencher sans délai le disjoncteur principal de l'IPE ;
- lors de l'utilisation de deux relais indépendants pour la même fonction de protection requise par Hydro-Québec, il est permis qu'un signal provenant d'un des relais transmette une alarme sans déclencher le disjoncteur principal de l'IPE. Cependant, un signal de dysfonctionnement provenant des deux relais indépendants doit déclencher sans délai le disjoncteur principal de l'IPE.

### 9.3 Alimentations utilisées pour la protection

Les alimentations en courant continu ou en courant alternatif utilisées pour la protection du réseau d'Hydro-Québec doivent posséder une autonomie minimale de 15 minutes. À cette fin, une alimentation autonome dédiée à la protection du réseau d'Hydro-Québec doit être utilisée. Il est interdit d'utiliser les alimentations en courant continu ou en courant alternatif utilisées pour la protection du réseau d'Hydro-Québec à d'autres fins que la protection du réseau d'Hydro-Québec.

#### 9.3.1 Relais multifonctions

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.

Hydro-Québec recommande l'utilisation de relais alimentés en courant continu à partir d'un service auxiliaire comprenant des batteries d'accumulateurs reliées en parallèle avec un chargeur. Ceci est obligatoire pour les IPE de plus de 5 MW.

#### 9.3.2 UTAPP

L'alimentation de l'UTAPP, de son modem cellulaire, de ses amplificateurs/convertisseurs de signaux et des autres accessoires requis par l'UTAPP doit être réalisée à partir d'un service auxiliaire comprenant des batteries d'accumulateurs reliées en parallèle avec un chargeur.

#### 9.3.3 Circuits utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec

Ces circuits incluent, sans s'y limiter, les circuits d'alimentation et de commandes des relais multifonctions, des relais auxiliaires et d'interposition ainsi que les circuits de commande des bobines d'ouverture et de fermeture des disjoncteurs servant à la protection du réseau.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

### 9.3.4 Surveillance des circuits utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec

Lorsqu'une alimentation en courant continu est utilisée pour la protection du réseau d'Hydro-Québec, une surveillance continue des accumulateurs doit être effectuée. Une méthode acceptée consiste à surveiller la tension des accumulateurs à l'aide d'un relais de sous tension (fonction 27CC). La défaillance des accumulateurs doit être rapportée à l'UTAPP à travers le signal d'alarme.

Lorsqu'une alimentation en courant alternatif est utilisée pour la protection du réseau d'Hydro-Québec, une surveillance continue de l'alimentation statique sans coupure doit être effectuée. Une méthode acceptée consiste à installer dans l'alimentation statique sans coupure un module de supervision interne doté d'un contact sec signalant une défaillance de l'appareil. La défaillance de l'alimentation statique sans coupure doit être rapportée à l'UTAPP à travers le signal d'alarme.

### 9.3.5 Perte d'alimentation

La perte d'alimentation des relais de protection doit être utilisée dans les conditions de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE selon la logique suivante :

- Lors de l'utilisation d'un seul relais multifonctions pour une fonction de protection requise par Hydro-Québec, la perte d'alimentation de ce relais doit déclencher sans délai le disjoncteur principal de l'IPE ;
- 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 disjoncteur principal de l'IPE. Cependant, la perte d'alimentation des deux relais indépendants doit déclencher sans délai le disjoncteur principal de l'IPE.

La perte de l'alimentation de l'UTAPP ou de ses accessoires doit déclencher une alarme dans un relais de protection ou dans le système de supervision de l'IPE.

La perte de l'alimentation d'un ou de plusieurs circuits utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec doit entraîner le déclenchement immédiat du disjoncteur principal de l'IPE.

Une méthode acceptée consiste à surveiller chacun des circuits utilisés pour la protection du réseau d'Hydro-Québec avec une entrée numérique d'un relais multifonctions, celle-ci connectée à la fin de chacun des circuits. L'entrée numérique est donc activée en condition normale et se désactive lorsque la continuité du circuit est rompue.

Pour les IPE de moins de 250 kW, 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 principal de l'IPE sans temporisation.

## 9.4 Conditionnement de la fermeture du disjoncteur principal de l'IPE

Afin d'assurer la sécurité du personnel d'Hydro-Québec et du public en général, l'IPE, par ses protections ou autres mécanismes, ne doit pas être en mesure d'alimenter le réseau de distribution lorsqu'il est hors tension.

Lors de l'utilisation de relais, afin d'éviter la fermeture accidentelle du disjoncteur principal de l'IPE en l'absence de tension sur le réseau de distribution, la permissive de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE (section 9.1.6) doit être insérée en série dans le circuit d'enclenchement du disjoncteur principal de l'IPE.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

D'autres méthodes ou systèmes peuvent être acceptés par Hydro-Québec à la condition que l'intention soit respectée et qu'il ait été démontré à Hydro-Québec que ces méthodes ou systèmes sont propres à l'emploi.

Tout mécanisme permettant la fermeture manuelle du disjoncteur principal de l'IPE doit être désactivé ou condamné de façon permanente. Voir les sections 5.19 et 5.20 au sujet des exigences concernant le cadenassage et l'affichage d'avertissements de sécurité lors de la condamnation du mécanisme de fermeture manuelle du disjoncteur principal de l'IPE.

## 9.5 Verrouillage de la commande de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE

L'activation du signal de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE par une fonction de protection doit entraîner le verrouillage en état actif du signal de déclenchement par une fonction de protection verrouillage (fonction 86). Le verrouillage du signal de déclenchement doit être maintenu pendant une durée minimale de cinq (5) minutes à l'aide d'une minuterie (fonction 62).

Lorsqu'un relais multifonctions est utilisé, l'action de réarmement de la fonction de verrouillage doit être effectuée par une commande externe au relais. Il n'est pas permis d'intégrer dans le relais multifonctions une logique de réarmement automatique de la fonction de verrouillage (fonction 86).

Le réarmement de la fonction de verrouillage peut être effectué à l'aide d'une commande locale à l'IPE ou à l'aide d'une commande distante<sup>46</sup>.

## 9.6 Filerie du circuit de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE

Hydro-Québec recommande que la construction du circuit de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE suive une philosophie antidéfaillance (« Fail-safe »). Ceci signifie que la conception est orientée de manière que la perte d'un circuit électrique, la perte d'un élément ou la perte d'alimentation du circuit de commande entraîne une action sécuritaire de façon inhérente de la part du système de protection, soit l'ouverture immédiate du disjoncteur principal de l'IPE.

À cette fin, Hydro-Québec recommande l'utilisation d'accessoires de type relais de sous-tension (« under voltage relay UVR ») pour la mise en place de la commande de déclenchement du disjoncteur. Une telle construction protège à la fois d'une défaillance du câblage et d'une perte de l'alimentation du circuit de commande de la bobine d'ouverture du disjoncteur.

## 9.7 Transformateurs d'instrumentation pour la protection

Les transformateurs d'instrumentation servant à la protection doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- ils ne peuvent être affectés à d'autres usages que la protection du réseau d'Hydro-Québec lorsqu'ils sont munis d'un seul enroulement secondaire ;
- ils doivent être installés le plus près possible du disjoncteur principal de l'IPE, du côté du réseau d'Hydro-Québec ;

<sup>46</sup> Dans le cas où le réarmement de la fonction de verrouillage est effectué à l'aide d'une commande automatique ou distante, advenant un court-circuit dans l'IPE entre les groupes et le disjoncteur principal de l'IPE, le disjoncteur principal de l'IPE pourrait être refermé à distance tandis qu'il y a toujours un court-circuit dans l'installation électrique de l'IPE. Il est de la responsabilité du client autoproducteur, de la cliente autoproductrice ou du producteur de s'assurer de l'intégrité de son installation avant d'effectuer des manœuvres. Hydro-Québec ne peut être tenue responsable des conséquences liées aux manœuvres dans l'IPE, dont la fermeture du disjoncteur principal.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

- un transformateur de tension par phase est nécessaire. Les transformateurs de tension doivent être raccordés phase-neutre. L'utilisation de transformateurs de tension à doubles enroulements secondaires est acceptable à la condition que la fonctionnalité de la protection ne soit pas affectée. Dans ce cas, les circuits à l'usage de la protection du réseau d'Hydro-Québec de même que les circuits utilisés pour un autre usage doivent tous être protégés en surintensité par des fusibles indépendants. Ils ne peuvent être utilisés pour alimenter des charges ;
- un transformateur de courant par phase est nécessaire. Un quatrième transformateur de courant peut être utilisé pour mesurer le courant de neutre afin de détecter les courts-circuits de terre ;
- ils sont d'une classe appropriée pour l'application <sup>47</sup>;
- les transformateurs d'instrumentation utilisés pour la mesure du courant transmis à une fonction de protection 50/51 et 50N/51N doivent être de classe protection ;
- les transformateurs d'instrumentation utilisés pour la mesure de la tension et du courant transmis à une fonction de protection 32 doivent être de classe mesurage ;
- les transformateurs d'instrumentation utilisés pour la mesure de la tension transmise à une fonction de protection 27, 59 et 81 doivent être de classe mesurage.

L'installation et les caractéristiques des transformateurs d'instrumentation doivent être acceptées par Hydro-Québec.

## 9.8 Coordination et réglages des protections

### 9.8.1 Règles de protection

Les règles de protection mentionnées ci-après permettent de sélectionner et d'ajuster adéquatement les systèmes de protection devant servir à la protection du réseau d'Hydro-Québec. Elles s'appliquent à toute installation raccordée au réseau de distribution d'Hydro-Québec. Ces règles sont les suivantes :

- lors de courts-circuits de phase ou de terre sur le réseau de distribution (incluant la barre du poste satellite), le déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE doit être initié par sa protection primaire durant le régime transitoire de l'alternateur, si possible. Dans le cas des alternateurs asynchrones et des SERMO de moins de 250 kW, il est acceptable, pour les courts-circuits, que le déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE soit initié par la protection de réserve ;
- lors de courts-circuits de phase ou de terre sur le réseau de distribution (incluant la barre MT du poste satellite), il est acceptable que la protection primaire entraîne l'ouverture du disjoncteur principal de l'IPE alors que les durées de passage à travers les sous-tensions (section 6.4.1) ne sont pas encore écoulées ;
- la protection de l'IPE doit être en mesure de détecter tous les courts-circuits que les protections d'Hydro-Québec peuvent détecter, y compris les courts-circuits phase-terre résistifs avec impédance de 13,3 ohms ( $3R_f = 40$  ohms) en réseau aérien ;
- la protection de l'IPE doit être en mesure de prévenir la fusion des fusibles à expulsion de type T et les fusibles Bay-O-Net installés dans le transformateur sur socle MT/BT d'Hydro-Québec lors d'un raccordement basé sur la norme E.21-11, ceci, notamment afin d'éviter les situations de perte de phase ;

<sup>47</sup> Se référer au guide IEEE C37.110 *Guide for the Application of Current Transformers Used for Protective Relaying Purposes* et aux normes IEC 61869-1 *Instrument transformers - Part 1: General requirements* et IEC 61869-3 *Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers*.

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>

- la contribution de l'IPE aux courts-circuits sur les lignes adjacentes à la ligne de raccordement ne doit pas provoquer le déclenchement des disjoncteurs d'Hydro-Québec se trouvant sur la ligne de raccordement ;
- lors de courts-circuits sur le réseau de distribution, l'aveuglement temporaire des systèmes de protection d'une source par la contribution au courant de court-circuit d'une autre source n'a pas d'importance, à la condition que le court-circuit puisse être détecté par l'une ou l'autre des sources et isolé par les systèmes de protection ;
- la dégradation de la coordination disjoncteur-fusible due au raccordement de l'IPE à la ligne de distribution doit être limitée au minimum ;
- toute situation pouvant conduire à l'îlotage involontaire de l'IPE sur une partie de la charge du réseau de distribution doit entraîner le déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE en 2 secondes ou moins ;
- le déséquilibre normal de la charge sur le réseau de distribution ne doit pas entraîner le déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE. L'IPE doit donc être immunisée au déséquilibre de tension normalement présent sur le réseau d'Hydro-Québec (sections 6.5 et 6.6).

L'ordre de déclenchement entre les disjoncteurs d'Hydro-Québec sur la ligne de raccordement et le disjoncteur principal de l'IPE n'a pas d'importance.

### 9.8.2 Coordination des protections de groupes

Les règles de protection mentionnées ci-après permettent d'assurer une coordination adéquate entre les protections de groupes<sup>48</sup> et le disjoncteur principal de l'IPE :

- lors de courts-circuits sur le réseau de distribution, de pertes de phases, de surtensions, de sous-tensions, de surfréquences et de sous-fréquences, le disjoncteur principal de l'IPE doit ouvrir avant l'activation des protections de groupes. Cette exigence est d'autant plus importante lorsqu'il y a une UTAPP dans l'installation, afin d'assurer le verrouillage du disjoncteur principal de l'IPE par celle-ci (section 10.5) ;
- les protections de groupes ne doivent pas s'activer lors d'événements transitoires sur le réseau d'Hydro-Québec pour lesquelles l'IPE devrait être immunisée (sections 6.4 à 6.8).

### 9.8.3 Réglages des protections de tension

La protection de tension doit :

- constituer une protection efficace contre l'îlotage de la ligne de distribution ou de la charge de la barre du poste ;
- constituer une protection de réserve efficace contre les défauts survenant sur le réseau de distribution ;
- pouvoir interrompre la production dans un délai raisonnable advenant un problème de régulation de tension à la centrale ;
- être suffisamment sélective pour éviter leur mise au travail lors d'événements survenant sur le réseau principal.

<sup>48</sup> Les protections de groupes peuvent être réalisées à l'aide de disjoncteurs et de relais de protections de groupe, à l'aide de réglages des protections intégrées dans l'onduleur de groupe dans le cas des SERMO ou à l'aide de toute autre méthode permettant d'assurer une sélectivité de groupe.



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Les réglages ci-dessous permettent de satisfaire à ces exigences.

Le Tableau 12 et le Tableau 13 présentent les réglages de la protection de tension. Ceux-ci sont basés à la fois sur les valeurs des Tableaux 8 et 9 de la section 12.2 du document *Exigences techniques de raccordement des centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec* et sur la section 6.4 de la norme IEEE 1547-2018.

L'Annexe G présente les graphiques illustrant de manière superposée les exigences de passage à travers les sous-tensions et les surtensions et les seuils de protection.

**Tableau 12 : Réglages de la protection de tension**

<b>Tension (% de la tension nominale)<sup>1</sup></b>	<b>Seuil de déclenchement<sup>2</sup></b>
125 %	0,16 seconde
120 %	2 secondes
110 %	13 secondes
88 %	21 secondes
50 %	2 secondes

1. Tension efficace (RMS) à la fréquence fondamentale pour une IPE monophasée. Tension efficace (RMS) phase-neutre et phase-phase pour chacune des phases pour une IPE triphasée. Si l'une des phases atteint le seuil de déclenchement, l'IPE doit déclencher les trois phases.
2. Durées maximales pendant lesquelles l'IPE peut demeurer en service (déclenchement obligatoire) à la suite d'une perturbation.

**Tableau 13 : Réglages de la protection de tension des SERMO**

<b>Tension (% de la tension nominale) <sup>1</sup></b>	<b>Seuil de déclenchement <sup>2</sup></b>
120 %	0,16 seconde <sup>3</sup>
110 %	13 secondes
88 %	21 secondes
50 %	2 secondes

1. Tension (RMS) à la fréquence fondamentale pour une IPE monophasée. Tension (RMS) phase-neutre et phase-phase pour chacune des phases pour une IPE triphasée. Si l'une des phases atteint le seuil de déclenchement, l'IPE doit déclencher les trois phases.
2. Durées maximales pendant lesquelles l'IPE peut demeurer en service (déclenchement obligatoire) à la suite d'une perturbation.
3. Les SERMO certifiées UL1741-SB de moins de 250 kW doivent bloquer ou déclencher en 0,017 seconde pour une tension de plus de 138 % de la tension nominale (section 7.3).

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

### 9.8.4 Réglages des protections de fréquence

La protection de fréquence doit :

- assurer une certaine protection contre l'îlotage de la ligne de distribution ou de la charge de la barre du poste ;
- être suffisamment rapides pour être coordonnées avec les temps de réenclenchement des lignes du réseau de distribution et de transport ;
- être réglées à des seuils de mise au travail en surfréquence près de 60 Hz et être suffisamment rapides pour éviter les problèmes de surtension associés aux alternateurs asynchrones ;
- être suffisamment sélectives pour éviter la plupart des déclenchements dus à des événements survenant sur le réseau principal.

Les réglages ci-dessous permettent de satisfaire à ces exigences.

Le Tableau 14 et le Tableau 15 présentent les réglages de la protection de fréquence. Ceux-ci sont basés sur les valeurs du Tableau 10 de la section 12.2.3 du document *Exigences techniques de raccordement des centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*.

Lors d'une variation de fréquence, les seuils de déclenchement des Tableaux 14 et 15 ont préséance sur les exigences de passages à travers les variations de fréquences (section 6.7.2).

L'Annexe G présente les graphiques illustrant de manière superposée les exigences de passage à travers les variations de fréquence et les seuils de protection.

**Tableau 14 : Réglages de la protection de fréquence**

Fréquence (Hz)	Seuil de déclenchement <sup>2</sup>
63,5	0,35 seconde
63,0 <sup>1</sup>	5 secondes
61,5	180 secondes
58,5	180 secondes
57,0	2 secondes
55,5	0,35 seconde

1. Un déclenchement instantané est permis à partir de 61,7 Hz en 0,35 seconde pour les IPE suivantes :
  - a) munies d'alternateurs synchrones dont la capacité totale est inférieure ou égale à 250 kW ;
  - b) IPE thermiques et turbines à gaz ;
  - c) IPE munies d'alternateurs asynchrones.
2. Durées maximales pendant lesquelles l'IPE peut demeurer en service (déclenchement obligatoire) à la suite d'une perturbation.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Tableau 15 : Réglages de la protection de fréquence des SERMO**

Fréquence (Hz)	Seuil de déclenchement <sup>1</sup>
61,7	0,35 seconde
61,5	180 secondes
58,5	180 secondes
55,5	0,35 seconde

1. Durées maximales pendant lesquelles la SERMO peut demeurer en service (déclenchement obligatoire) à la suite d'une perturbation.

### 9.8.5 Réglages de la protection visant à assurer une charge minimum

Le réglage de la protection directionnelle de puissance ( $P_{fonction\ 32}$ ) doit être ajusté à une valeur égale ou supérieure à la valeur de la puissance minimale devant transiter au point de raccordement en direction de l'installation du client ou de la cliente qui permet d'assurer le ratio charge/production minimal requis. L'Équation 5 détaille comment faire ce calcul.

$$P_{fonction\ 32} \geq (P_{nom\ IPE} \times Ratio\ charge/production) - P_{nom\ IPE}$$

$P_{fonction\ 32}$  : Réglage de la protection directionnelle de puissance (kW)

$P_{nom\ IPE}$  : Puissance nominale de l'IPE (kW)

$Ratio\ charge/production$  : Ratio charge/production minimal en fonction du type de groupe de l'IPE

#### **Équation 5 : Calcul du réglage de la protection visant à assurer une charge minimum afin de mitiger le risque d'îlotage involontaire prolongé**

Le délai de mise au travail de la protection directionnelle de puissance doit être ajusté à une (1) seconde<sup>49</sup>.

### 9.8.6 Réglages de la protection visant à limiter l'injection de puissance

La protection directionnelle de puissance (fonction 32) doit être réglée entre 0 et 200 kW en direction du réseau d'Hydro-Québec avec un délai de mise au travail d'une (1) seconde<sup>49</sup>.

### 9.8.7 Réglages de la protection visant à limiter la contribution aux surtensions

La protection visant à limiter la contribution aux surtensions doit être réglée à une tension de 138 % de la valeur de la tension nominale phase-neutre et phase-phase avec un délai de mise au travail d'un (1) cycle à la fréquence fondamentale du réseau, soit environ dix-sept (17) millisecondes.

<sup>49</sup> La protection directionnelle de puissance (fonction 32) doit être coordonnée avec les exigences de passage à travers les sous-tensions et les surtensions présentées à la section 6.4. Pour cette raison, le délai de mise au travail de la protection directionnelle de puissance est réglé à une (1) seconde, ce qui correspond à la durée minimale de passage à travers une sous tension de moins de 50 % de la tension nominale.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

### 9.8.8 Réglages des permissives de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE

Le Tableau 16 présente les réglages des seuils de tension et de fréquence utilisés pour les permissives de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE.

**Tableau 16 : Réglages des permissives de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE**

Fonction	Seuil de mise en marche	Temporisation
Sous-tension (fonction 27)	Raccordement BT : 88 % <sup>1</sup> Raccordement MT : 94 % <sup>1</sup>	300 secondes
Surtension (fonction 59)	106 % <sup>1</sup>	300 secondes
Sous fréquence (fonction 81U)	59,4 Hz	instantané
Sur fréquence (fonction 81O)	60,6 Hz	instantané

1. % de la tension nominale. Tension efficace (RMS) à la fréquence fondamentale pour une IPE monophasée. Tension efficace (RMS) phase-neutre pour chacune des phases pour une IPE triphasée.

Si un élément directionnel de puissance est utilisé dans les permissives (fonction 32), le seuil doit être ajusté à une valeur située entre<sup>50</sup> :

- la valeur de la puissance minimale devant transiter au point de raccordement en direction de l'installation du client ou de la cliente qui permet d'assurer le ratio charge/production minimal requis lorsque l'IPE opère à sa puissance nominale ( $P_{fonction\ 32}$ ) (voir section 9.8.5) ;
- la valeur de la charge du client devant transiter au point de raccordement en direction de l'installation du client ou de la cliente avant la mise en marche de l'IPE qui permet d'assurer le ratio charge/production minimal requis lorsque l'IPE opère à sa puissance nominale (voir section 9.8.5).

La valeur sélectionnée devra être approuvée par Hydro-Québec.

### 9.8.9 Réglages de la protection de défaillance de disjoncteur

Le réglage du délai d'ouverture maximal du disjoncteur principal doit être égal ou inférieur à deux (2) fois le temps d'ouverture moyen du disjoncteur, augmenté d'une marge de sécurité de 20 %. Par exemple, pour un disjoncteur ayant un délai d'ouverture de cinq (5) cycles, le délai d'ouverture maximal pour la détection de défaillance sera réglé à douze (12) cycles ou moins.

## 10 Exigences relatives à la télésurveillance et au contrôle à distance

Le ou la propriétaire de l'IPE doit fournir un lien de télécommunication, à ses frais, dans le but de permettre au système de gestion des ressources énergétiques décentralisée (SGRED) d'Hydro-Québec de communiquer avec l'IPE.

Le ou la propriétaire de l'IPE doit aussi configurer son installation afin d'assurer une connectivité constante entre l'IPE et le SGRED d'Hydro-Québec. Les raccordements du réseau de télécommunication TCP/IP, sous la responsabilité du ou de la propriétaire de l'IPE, doivent être câblés. Une connexion sans-fil entre les groupes de l'IPE et l'équipement de connectivité à Internet n'est pas autorisée.

<sup>50</sup> À titre d'exemple, pour une IPE équipée de SERMO ayant une puissance de 1 MW, le seuil de l'élément directionnel de puissance dans les permissives (fonction 32) devra être réglé entre 100 kW ( $1.0 \times 1.1 - 1.0 = 0.1$  MW) et 1.1 MW ( $1.0 + 0.1 = 1.1$  MW).

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

Hydro-Québec peut modifier, à distance, les réglages des SERMO de l'IPE, avec ou sans préavis.

## 10.1 Protocole de communication

L'IPE doit se conformer à la norme IEEE 2030.5 / Sunspec Common Smart Inverter Profile (CSIP) version 2.1 ou plus récente avec connectivité TCP/IP afin de répondre au besoin du réseau de distribution d'Hydro-Québec en matière de visibilité, de prévisibilité et de contrôlabilité. Cette norme définit les exigences des protocoles requis pour collecter et communiquer les données en temps réel de consommation et de production d'électricité de l'IPE.

La connectivité et la conformité à la norme IEEE 2030.5 peuvent être accomplies de trois manières différentes<sup>51</sup> :

- l'onduleur ou le groupe de l'IPE peut être conforme à la norme IEEE 2030.5 et être doté, par exemple, d'un port de communication réseau de type RJ45 qui permet de raccorder l'onduleur ou le groupe à un équipement de connectivité à Internet tel qu'un routeur. Dans ce cas, la conformité à la norme IEEE 2030.5 est embarquée dans l'onduleur ou le groupe ;
- l'onduleur ou le groupe de l'IPE peut être raccordé à l'aide d'un autre protocole à une passerelle de communication qui assure la connectivité et la conformité à la norme IEEE 2030.5. Cette passerelle sera alors équipée d'un port de communication réseau de type RJ45 qui permet de la raccorder à un équipement de connectivité à Internet tel qu'un routeur. C'est par exemple le cas de plusieurs modèles de génératrices, qui doivent être raccordés à une passerelle à l'aide d'un lien de type série par protocole Modbus. Dans ce cas, la conformité à la norme IEEE 2030.5 est embarquée dans la passerelle ;
- l'onduleur ou le groupe de l'IPE peut être doté, par exemple, d'un port de communication réseau de type RJ45 qui permet de raccorder l'onduleur ou le groupe à un équipement de connectivité à Internet tel qu'un routeur, sans détenir lui-même la conformité IEEE 2030.5. L'onduleur ou le groupe de l'IPE communiquera alors avec un service localisé dans l'infonuagique à l'aide d'un protocole fermé. Dans ce cas, la conformité à la norme IEEE 2030.5 est localisée dans l'infonuagique.

## 10.2 Configuration des réglages de l'onduleur d'une SERMO

Dans le cas d'une IPE équipée d'une SERMO et qui n'est pas doté de relais de protection, Hydro-Québec peut modifier les réglages de protection en tension, de protection en fréquence, de régulation de la tension et de régulation de la fréquence de l'onduleur de l'IPE, manuellement ou dynamiquement, en tout temps et sans préavis, pour assurer la sécurité du personnel d'Hydro-Québec et du public de même que la qualité de la tension et la continuité du service d'électricité.

## 10.3 Commande de limitation de la production d'électricité

Hydro-Québec peut exiger de limiter la production de l'IPE, manuellement ou dynamiquement, en tout temps et sans préavis, pour corriger des contraintes de réseau ou lors de travaux.

<sup>51</sup> Hydro-Québec recommande que la conformité à la norme IEEE 2030.5 soit embarquée dans l'onduleur, dans les groupes ou dans une passerelle de communication installée localement. L'utilisation d'un logiciel placé dans l'infonuagique afin d'assurer la conformité à la norme IEEE 2030.5 pourrait occasionner des problèmes de connectivité, augmenter le délai de réponse de l'IPE et poser des problèmes de compatibilité à long terme en cas d'arrêt des activités du fournisseur. Si un logiciel placé dans l'infonuagique est utilisé pour assurer la conformité à la norme IEEE 2030.5, ce service doit être sans frais pour Hydro-Québec.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## 10.4 Commande d'arrêt de la production d'électricité

Hydro-Québec peut exiger l'arrêt de la production de l'IPE ou la déconnexion de l'IPE de son réseau, manuellement ou dynamiquement, en tout temps et sans préavis, en cas d'urgence, pour corriger des contraintes de réseau ou lors de travaux.

## 10.5 Installation de l'UTAPP

Si l'installation d'une UTAPP est requise par Hydro-Québec, le ou la propriétaire de l'IPE se référera à la norme E.12-12 et à la norme F.22-05 pour connaître les modalités d'installation de l'UTAPP et du mesurage requis.

## 10.6 Mesurage de l'électricité

L'appareillage de mesure fourni par Hydro-Québec doit être un compteur communicant<sup>52</sup> pour permettre au SGRED d'Hydro-Québec de maintenir une connectivité constante avec le compteur.

## 11 Production d'électricité en mode îloté

Hydro-Québec ne permet pas la production d'électricité en mode îloté sur les charges autres que celles du client ou de la cliente pour les installations visées par cette norme (section 12).

## 12 Alimentation de secours

Le ou la propriétaire de l'IPE peut utiliser son IPE comme alimentation de secours dans le but d'alimenter ses propres charges lors d'une panne d'électricité. Pour ce faire, son installation doit être conforme à toutes les conditions suivantes :

1. il doit respecter l'article 15.2.5 *Protection pour groupe électrogène des Conditions de service d'électricité* d'Hydro-Québec. À cette fin, l'IPE doit être conçue de manière à permettre la mise hors service de l'IPE tout en permettant l'alimentation des charges critiques par le réseau d'Hydro-Québec. Ainsi, un appareil de commutation muni d'un dispositif d'interverrouillage mécanique ou certifié est requis si la mise hors service de l'IPE empêche l'alimentation des charges critiques par le réseau d'Hydro-Québec. Cet appareil de commutation doit appartenir à l'une des quatre catégories suivantes (voir l'Annexe I) :
  - a. Appareil doté d'un dispositif mécanique d'interverrouillage<sup>53</sup> ;
  - b. Interrupteur de sécurité à double bascule certifié CSA C22.2, n° 4 ou UL 98 ;
  - c. Commutateur de transfert manuel certifié CSA C22.2 n° 178.1 ou UL 1008 ;
  - d. Commutateur de transfert automatique certifié CSA C22.2 n° 178.1 ou UL 1008 ;
2. si un commutateur de transfert manuel ou automatique est utilisé, la source de production de secours peut seulement être raccordée à la borne « urgence » du commutateur de transfert. Il est

<sup>52</sup> Voir *Chapitre 3 – Mesurage de l'électricité des Conditions de service d'Hydro-Québec*.

<sup>53</sup> Le dispositif mécanique d'interverrouillage doit être installé de manière permanente et ne doit pas pouvoir être retiré ou contourné par l'utilisateur final sans l'aide d'outils.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

interdit de raccorder une source de production d'électricité à la borne « charge » du commutateur de transfert<sup>54</sup> ;

3. si l'alimentation de secours dispose d'un mode de fonctionnement dans lequel une réactance de mise à la terre est requise, un système de protection doit être en place permettant de confirmer l'arrêt du mode urgence et le retrait ou l'insertion de la réactance de MALT, selon ce qui est requis, et ce, avant la resynchronisation au réseau de distribution d'Hydro-Québec ;
4. si l'IPE est équipée de SERMO :
  - a. si l'IPE n'est pas dotée d'un dispositif d'interconnexion de microréseau (DIM), l'onduleur doit être équipé de deux bornes de raccordement distinctes, l'une pour le raccordement au réseau de distribution et l'autre pour le raccordement aux charges critiques du client ou de la cliente. Chacune des bornes de raccordement doit être munie d'un point de branchement pour le fil de neutre ;
  - b. l'alimentation de secours de l'onduleur doit être réalisée exclusivement à partir d'une source en courant continu ;
  - c. si une génératrice de secours est installée, Hydro-Québec exige que celle-ci soit dotée d'un appareil de commutation muni d'un dispositif d'interverrouillage mécanique ou certifié. L'onduleur ne doit pas être utilisé comme appareil de commutation<sup>55</sup>. Veuillez vous rapporter aux annexes de la norme E.12-07 pour consulter les schémas types de raccordement d'une génératrice de secours dans une IPE équipée de SERMO.

En supplément, lorsque l'IPE est dotée d'un DIM, veuillez consulter la section 10 *Alimentation de secours* de la norme E.12-07 pour connaître les exigences particulières applicables.

## Historique des révisions

Date AAAA-MM-JJ	Modification	Responsable (unité administrative)
<b>2004/11/01</b>	Version initiale	Éric Le Courtois ing. (Orientations du réseau)
<b>2009/02/09</b>	Mise à jour	Charles-Étienne Côté ing.jr. (Orientations technologiques)
<b>2025/11/17</b>	Refonte complète. Fusion des normes E.12-01, E.12-05 et E.12-06.	Philippe Venne ing. (Stratégies et projets d'innovation – Système énergétique)

<sup>54</sup> Le raccordement d'une source de production d'électricité à la borne « charge » du commutateur de transfert pourrait occasionner une fermeture hors synchronisme du commutateur, ce qui occasionnerait des surtensions et des dommages aux équipements du client ou de la cliente, à la source de production d'électricité et au réseau d'Hydro-Québec.

<sup>55</sup> Les onduleurs multimodes ne sont pas certifiés conformément à la norme CSA C22.2 no 178.1, *Transfer Switch Equipment*. Ils ne peuvent donc pas être utilisés pour raccorder une génératrice de secours dans les installations d'un client ou d'une cliente. Le fait de ne pas se conformer à cette directive peut entraîner des dommages à l'onduleur ou des blessures aux employés ou aux employées d'Hydro-Québec. La cliente ou le client serait alors tenu responsable des dommages.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## Références

- [Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux moyenne et basse tension d'Hydro-Québec](#)
- CSA C22.2 no 178.1 *Équipement de commutation de transfert*
- CSA C22.10 Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et modifications du Québec
- CSA C235-R2019 *Preferred voltage levels for AC systems up to 50 000 V*
- CSA CEI/IEC 61000-4-27:01 *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-27: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux déséquilibres*
- CSA Z460:20 *Maîtrise des énergies dangereuses : Cadenassage et autres méthodes*
- CSA Z462:24 *Sécurité électrique au travail*
- EPRI numéro 3002020130 *Effective Grounding for Inverter-Connected DER*
- IEC 62786-1 *Distributed energy resources connection with the grid – Part 1: General requirements*
- IEEE C57.105, *Guide for Application of Transformer Connections in Three-Phase Distribution Systems*
- IEEE C57.110, *Recommended Practice for Establishing Liquid-Immersed and Dry-Type Power and Distribution Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents*
- IEEE C62.92.1 *Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems--Part I: Introduction*
- IEEE C62.92.2 *Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems, Part II—Synchronous Generator Systems*
- IEEE C62.92.4 *Guide for the Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems--Part IV: Distribution*
- IEEE C62.92.6 *Guide for Application of Neutral Grounding in Electrical Utility Systems, Part VI--Systems Supplied by Current-Regulated Sources*
- IEEE 1547 *Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces*
- IEEE 1547.1 *Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Energy Resources with Electric Power Systems and Associated Interfaces*
- IEEE 2030.5 *Standard for Smart Energy Profile Application Protocol*
- UL 1741 *Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use With Distributed Energy Resources*
- UL 1741 Supplement B *Grid support utility-interactive inverters and converters based upon IEEE 1547-2018 and IEEE 1547.1-2020*

Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, assurez-vous qu'il s'agit de la version en vigueur.





## Encadrement Norme

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

### Suivi et authentification du document

#### Responsabilités

Responsable de l'application Tout le personnel de la direction – Conception intégrée et optimale du système énergétique
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Préparé par

Prénom et nom, titre et unité administrative des signataires de cette section Philippe Venne Ingénieur - Stratégies et projets d'innovation – Système énergétique	Signature	Date AAAA-MM-JJ
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-----------------

#### Vérifié par

Prénom et nom, titre et unité administrative des signataires de cette section Dominique Boulé-Racine Ingénieure - Stratégies et projets d'innovation – Système énergétique	Signature	Date AAAA-MM-JJ
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-----------------

#### Approbation administrative

Prénom et nom, titre et unité administrative des signataires de cette section Louis-Simon Gauthier Chef - Solutions innovantes et services spécialisés – Stratégies et projets d'inn. – SE et clients	Signature	Date AAAA-MM-JJ
Michael Fauchon Directeur - Solutions d'innovations appliquées et expertises sectorielles		

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Collaboration**

Prénom et nom, appellation d'emploi, nom de l'unité et domaine

Les membres du Réseau d'experts – production décentralisée d'Hydro-Québec :

Steeve Beaulieu, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 David Bélanger, technicien, Conception du réseau de distribution.  
 Dominique Boulé-Racine, ingénieure, Stratégies et projets d'innovation – Système énergétique.  
 David Cécire, ingénieur, Stratégies et projets d'innovation – Système énergétique.  
 Nicolas Côté, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 Eve Desharnais, technicienne, Conception du réseau de distribution.  
 Alexandre Gagné, ingénieur, Stratégies et projets d'innovation – Système énergétique.  
 Xavier Champagne Gélinas, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 Jonathan Giroux, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 Martin Grisé, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 Charles Huppé, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 David Lafontaine, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 Simon Marcil-Masse, ingénieur, Conception du réseau de distribution.  
 Cynthia Morneau, technicienne, Conception du réseau de distribution.  
 Mathieu Rohmer, ingénieur, Stratégies et projets d'innovation – Résilience.  
 Yannick Roy, ingénieur, Évolution du système énergétique.  
 Daniel Rozon, Chef, Conception du réseau de distribution.

Mario Bastien, ingénieur, Intégration et ingénierie.  
 Frédéric Gervais, ingénieur, Expertise intégrée.  
 Jonathan Grenier, ingénieur, Expertise intégrée.  
 Thomas Lessard-Sauvé, ingénieur, Stratégies et projets d'innovation – Système énergétique.  
 Sébastien Pagé, ingénieur, Ingénierie mesure.

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

**Annexe A****Demande de raccordement d'équipements de production d'électricité  
au réseau d'Hydro-Québec**

Pour un raccordement comme autoproducteur ou autoproductrice :

<http://www.hydroquebec.com/autoproduction/>

Pour un raccordement comme producteur d'électricité à la suite d'un appel d'offres ou un programme  
d'achat d'électricité d'Hydro-Québec :

<https://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/raccordement-reseau.html>

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

## Annexe B

### Schémas types de raccordement et de protection d'une IPE

#### ATTENTION

Les figures présentées à l'Annexe C sont à titre indicatif seulement. Elles ne doivent pas être utilisées comme instructions définitives pour la conception, l'installation ou la construction d'une IPE. Le ou la propriétaire de l'IPE ou son ou sa mandataire demeure responsable de l'implantation et du fonctionnement de l'IPE ainsi que des problématiques et perturbations qu'elle pourrait causer.

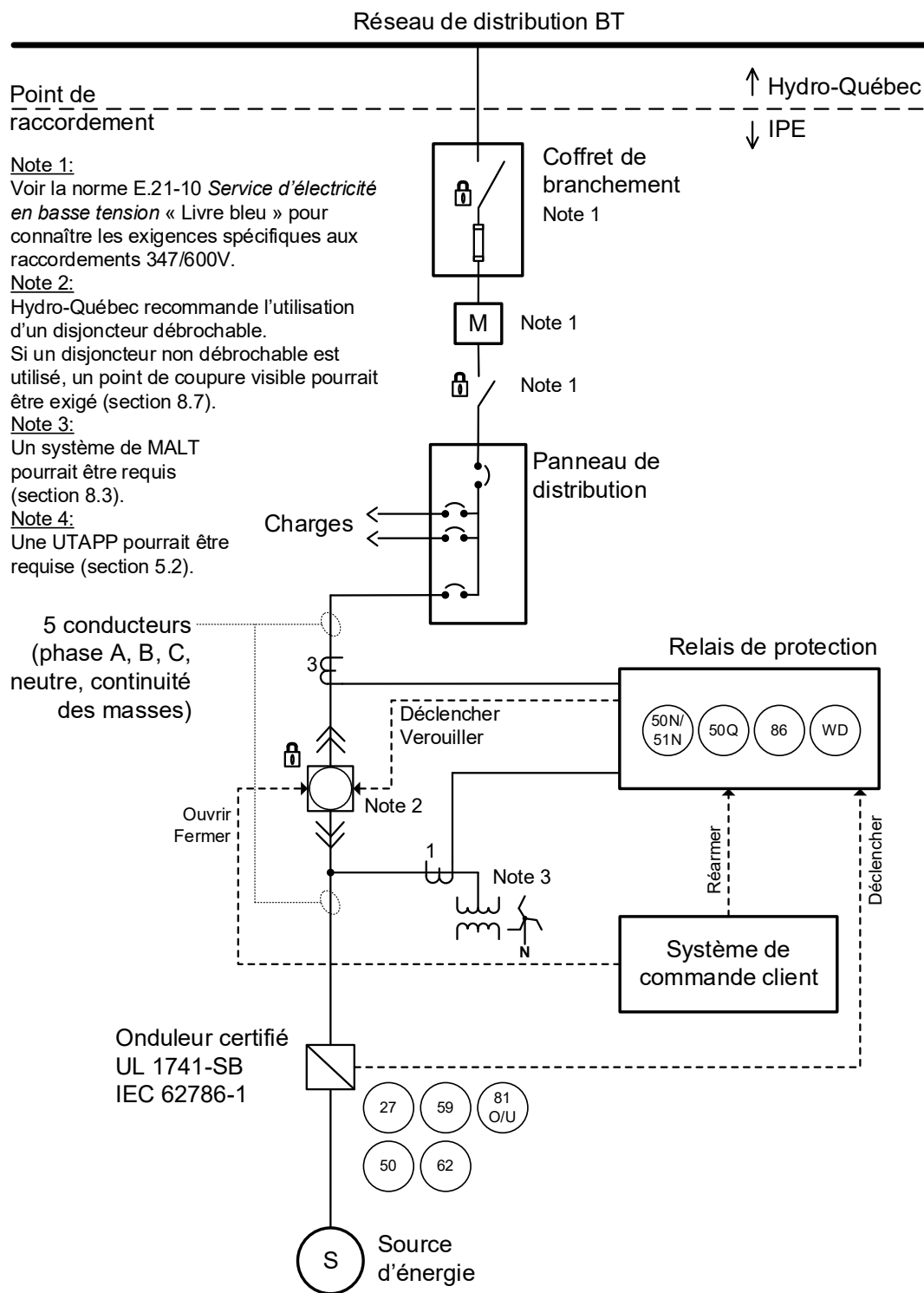
#### Liste des Figures

Figure 1 : Schéma de raccordement BT d'une IPE de 250 kW et plus, 600 A et moins au point de raccordement, utilisant un onduleur certifié triphasé 347/600 V .....	86
Figure 2 : Schéma de raccordement BT d'une IPE de 250 kW et plus, plus de 600 A au point de raccordement, nécessitant un mesurage indépendant pour l'IPE, utilisant des onduleurs certifiés triphasés 347/600 V .....	87
Figure 3 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un alternateur triphasé 347/600 V .....	89
Figure 4 : Schéma de raccordement BT d'une IPE de moins de 250 kW utilisant un onduleur certifié avec borne de neutre et un transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT) .....	90
Figure 5 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié 240 V, sans borne de neutre et sans transformateur de puissance.....	91
Figure 6 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié 600 V, sans borne de neutre et sans transformateur de puissance.....	92
Figure 7 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié sans borne de neutre et avec transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y, Y-Delta ou Y(Neutre)-Y(MALT).....	93
Figure 8 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur non certifié, avec ou sans transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y, Y-Delta ou Y(Neutre)-Y(MALT) .....	94
Figure 9 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié 347/600 V, avec borne de neutre, avec ou sans transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT), équipée d'un transformateur de MALT .....	95
Figure 10 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié, sans borne de neutre, avec ou sans transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT .....	96
Figure 11 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur non certifié, sans borne de neutre, avec transformateur de puissance Y(MALT)-Delta.....	97
Figure 12 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur non certifié, avec ou sans borne de neutre, avec ou sans transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT .....	98
Figure 13 : Schéma de raccordement aérien-souterrain MT .....	99
Figure 14 : Schéma de raccordement souterrain-souterrain MT .....	99
Figure 15 : Schéma de raccordement d'une IPE raccordée dans un poste client MT existant et nécessitant un mesurage indépendant de l'installation client .....	100
Figure 16 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant un alternateur, avec transformateur de puissance Y(MALT)-delta, synchronisée à BT.....	101
Figure 17 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant un alternateur, avec transformateur de puissance Y(MALT)-delta, synchronisée à MT .....	102

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

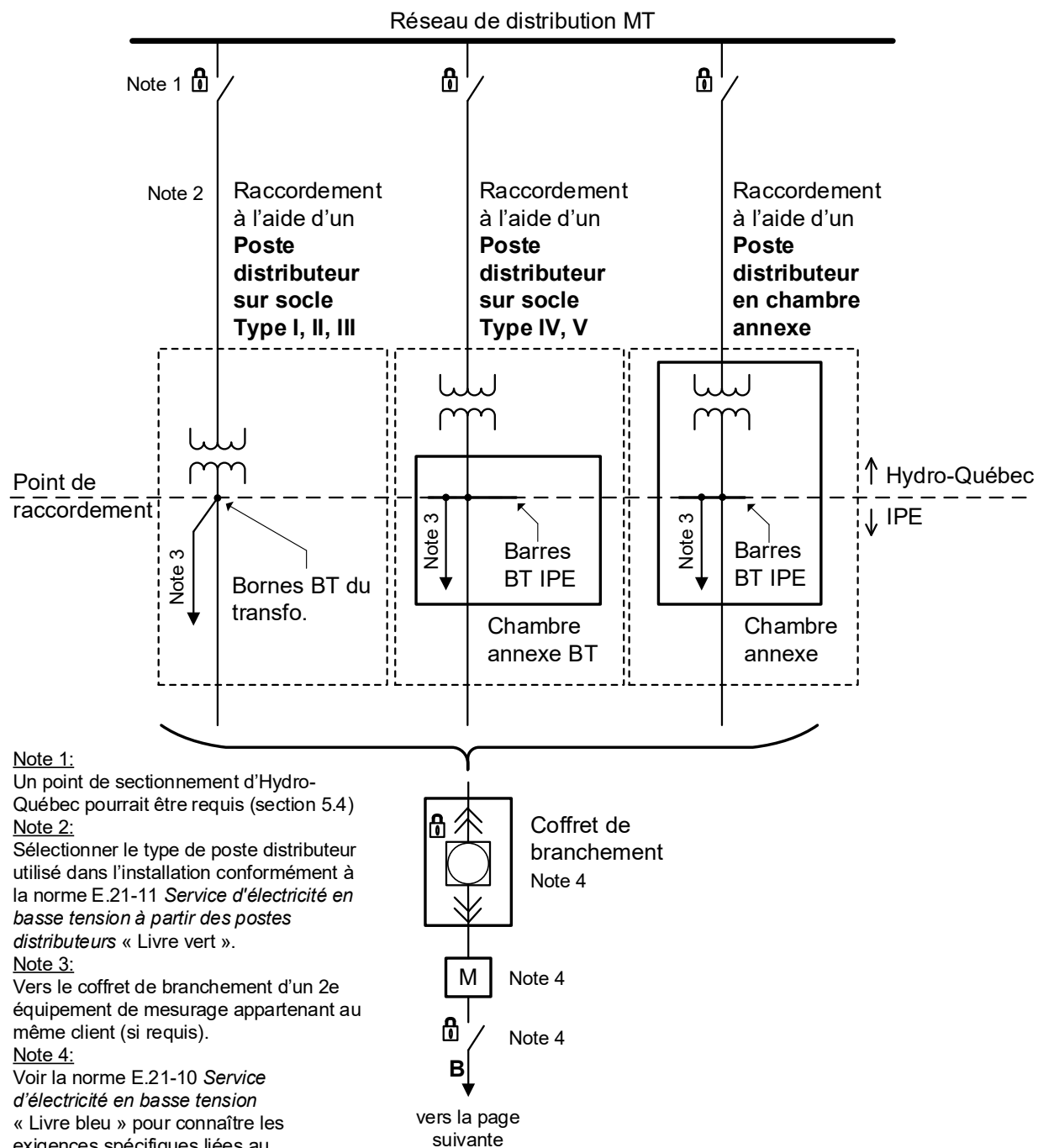
Figure 18 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant des onduleurs certifiés triphasés, avec transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT), équipée d'un transformateur de MALT .....	103
Figure 19 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant des onduleurs certifiés triphasés, avec transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT .....	104
Figure 20 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant un onduleur non certifiés triphasés, avec transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT .....	105
Figure 21 : Schéma de raccordement MT d'une IPE de 250 kW et plus utilisant un onduleur certifié triphasé, installée chez un autoproducteur ou une autoproductrice .....	106
Figure 22 : Schéma de commande et de protection d'une IPE de 250 kW et plus équipée d'un onduleur certifié et d'une UTAPP .....	107
Figure 23 : Schéma de commande et de protection d'une IPE de 250 kW et plus équipée d'un alternateur et d'une UTAPP .....	108

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



**Figure 1 : Schéma de raccordement BT d'une IPE de 250 kW et plus, 600 A et moins au point de raccordement, utilisant un onduleur certifié triphasé 347/600 V**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 2 : Schéma de raccordement BT d'une IPE de 250 kW et plus, plus de 600 A au point de raccordement, nécessitant un mesurage indépendant pour l'IPE, utilisant des onduleurs certifiés triphasés 347/600 V**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>

Note 4:

Hydro-Québec recommande l'utilisation d'un disjoncteur débrochable. Si un disjoncteur non débrochable est utilisé, un point de coupure visible pourrait être exigé (section 8.7).

Note 5:

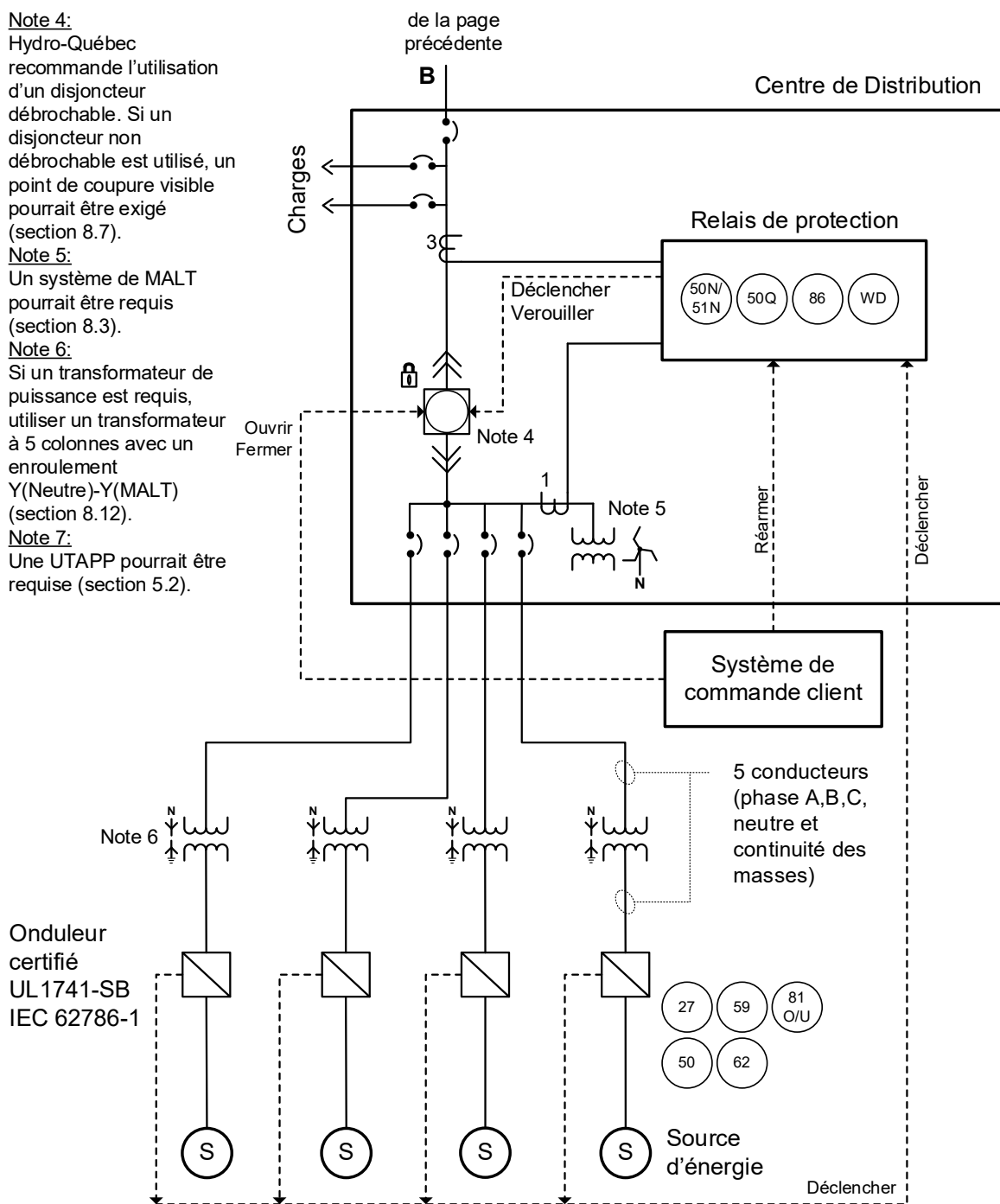
Un système de MALT pourrait être requis (section 8.3).

Note 6:

Si un transformateur de puissance est requis, utiliser un transformateur à 5 colonnes avec un enroulement Y(Neutre)-Y(MALT) (section 8.12).

Note 7:

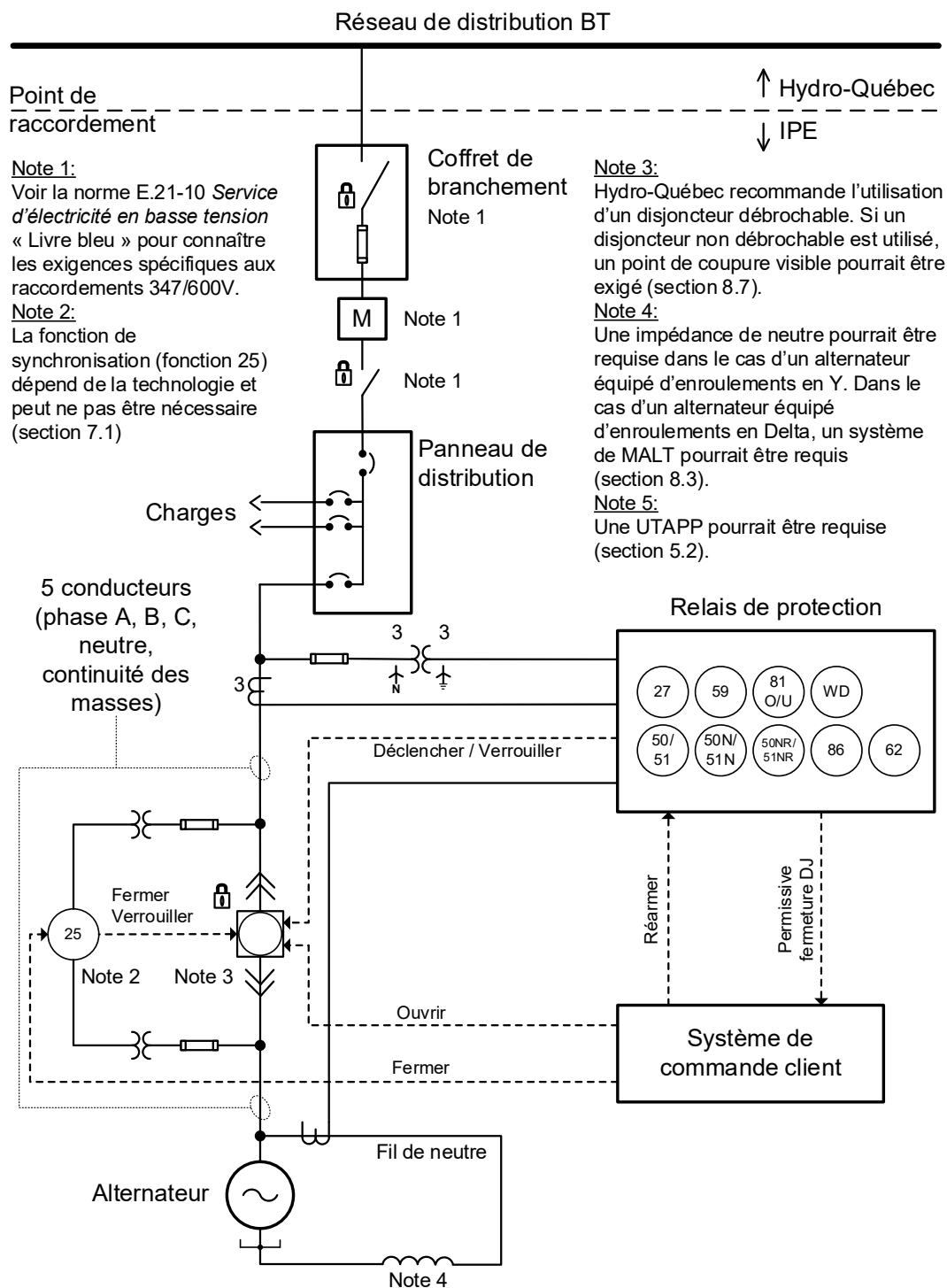
Une UTAPP pourrait être requise (section 5.2).



**Figure 2 (suite) : Schéma de raccordement BT d'une IPE de 250 kW et plus, plus de 600 A au point de raccordement, nécessitant un mesurage indépendant pour l'IPE, utilisant des onduleurs certifiés triphasés 347/600 V**

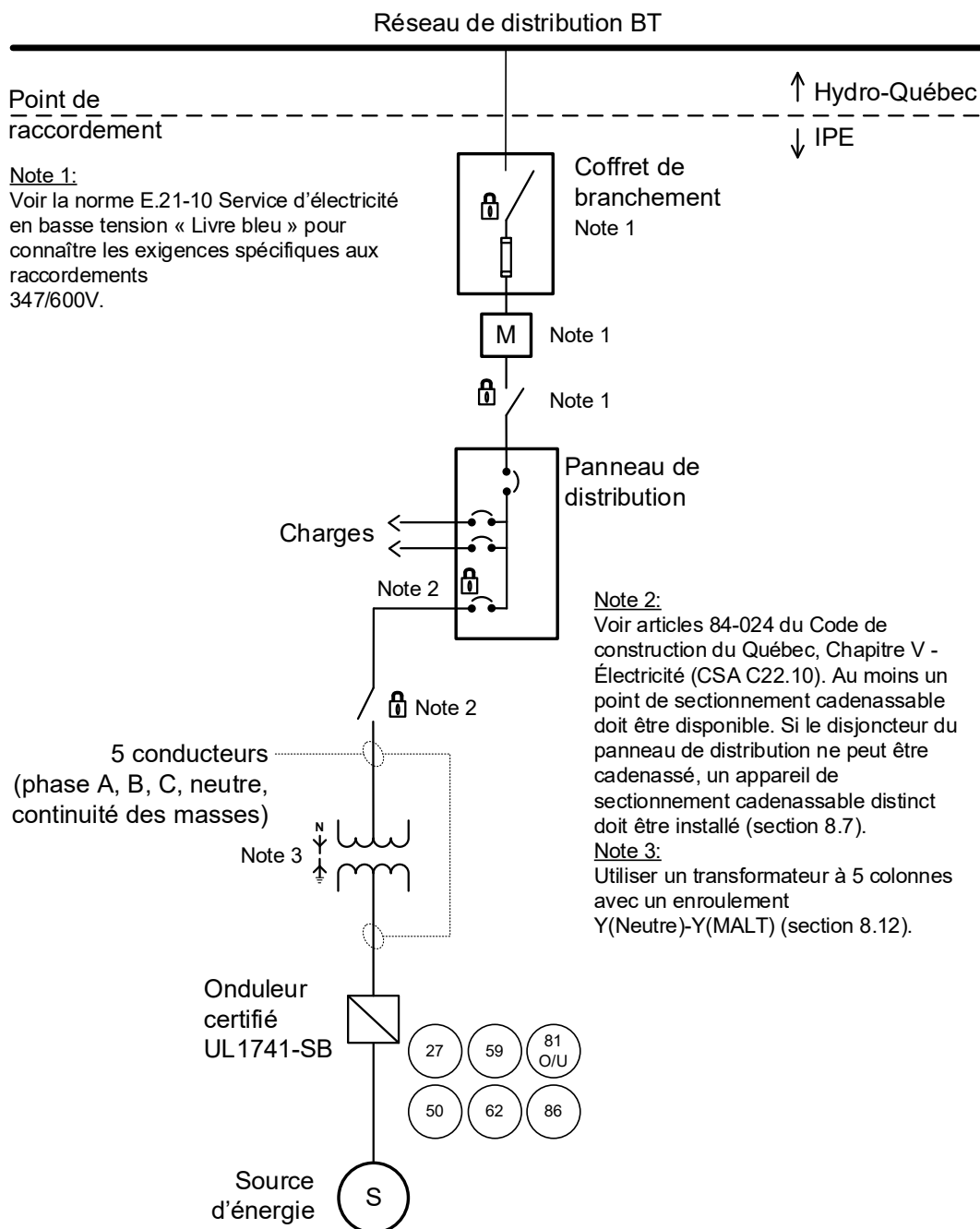


Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



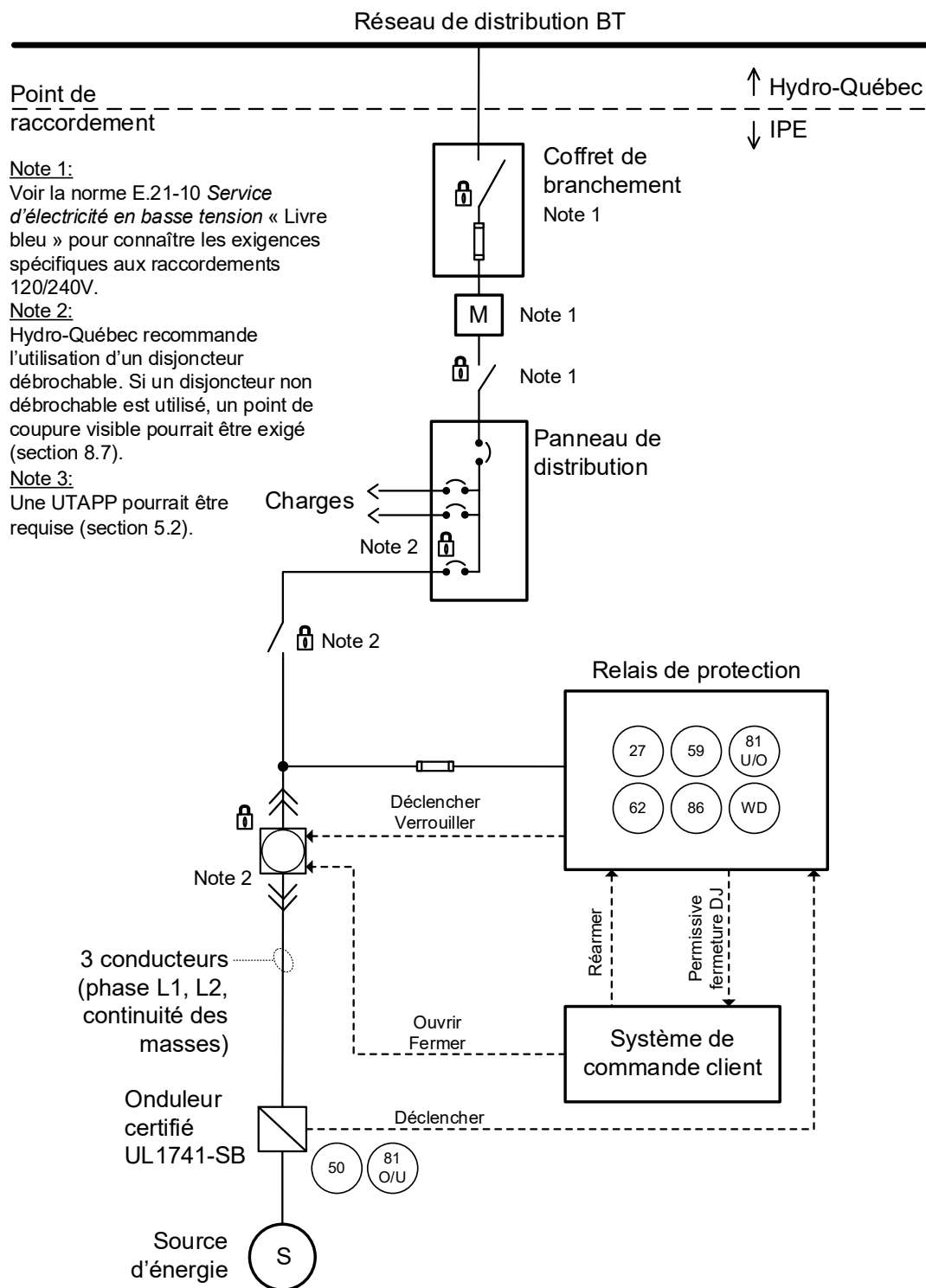
**Figure 3 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un alternateur triphasé 347/600 V**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



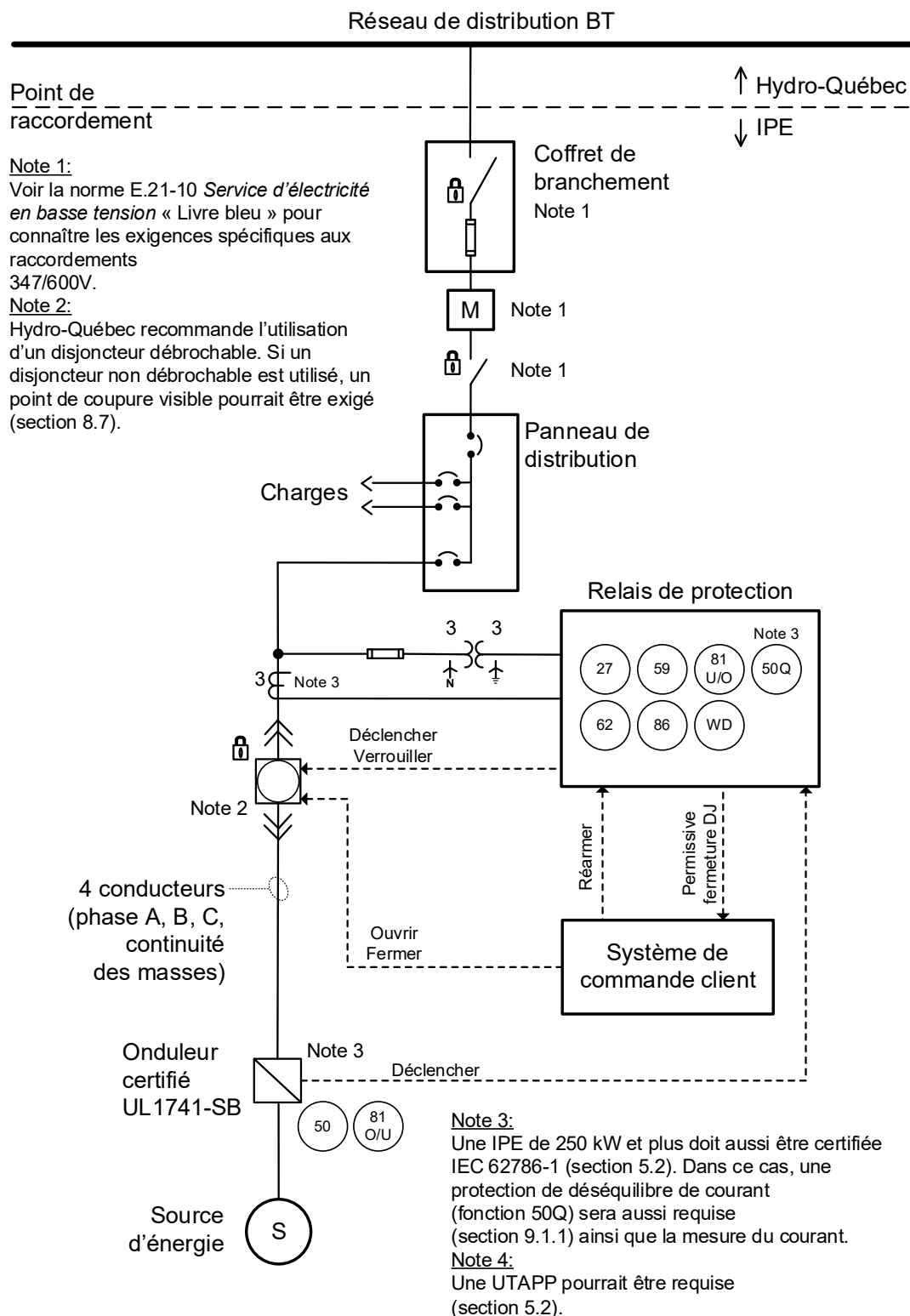
**Figure 4 : Schéma de raccordement BT d'une IPE de moins de 250 kW utilisant un onduleur certifié avec borne de neutre et un transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT)**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



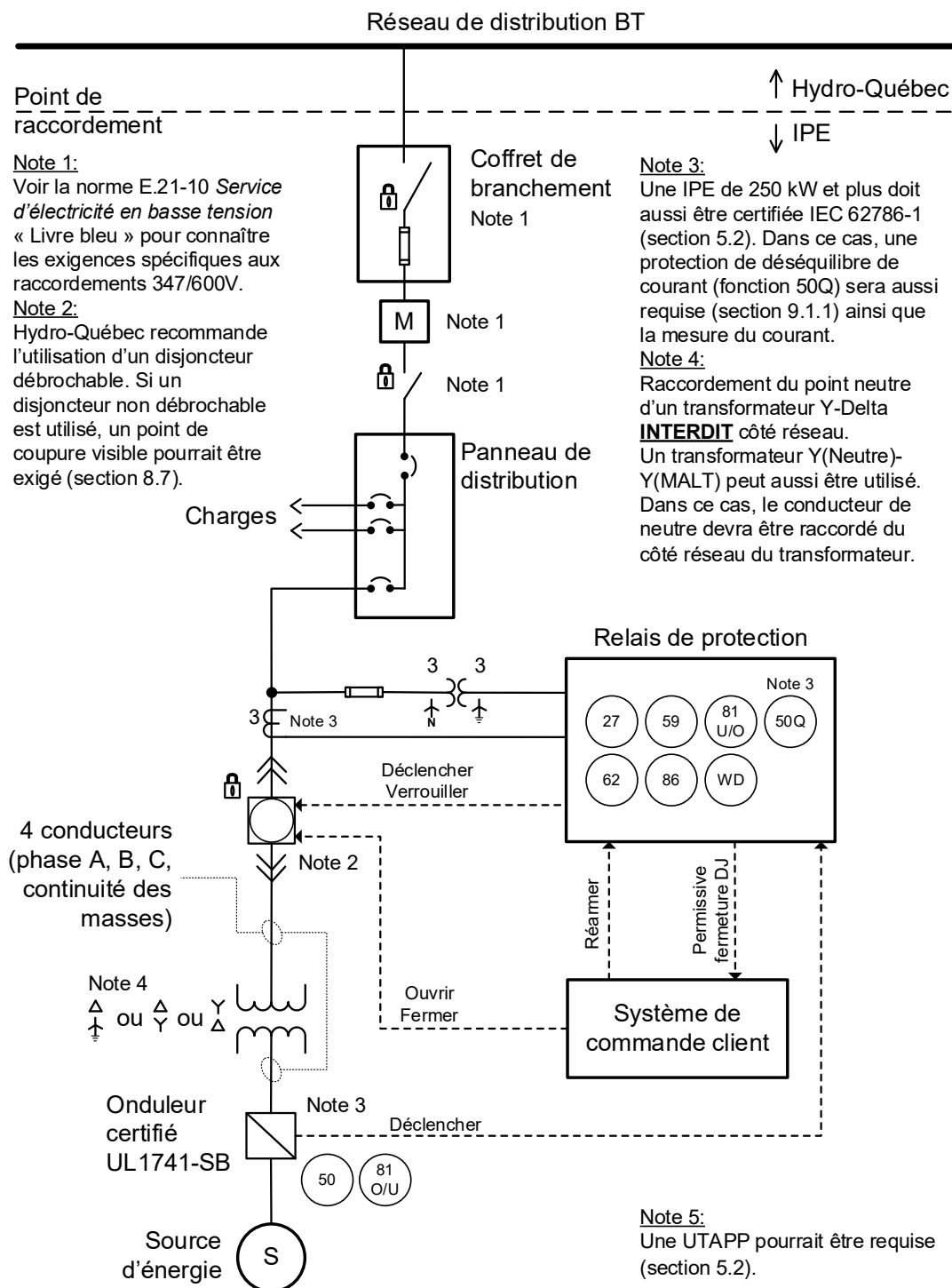
**Figure 5 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié 240 V, sans borne de neutre et sans transformateur de puissance**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



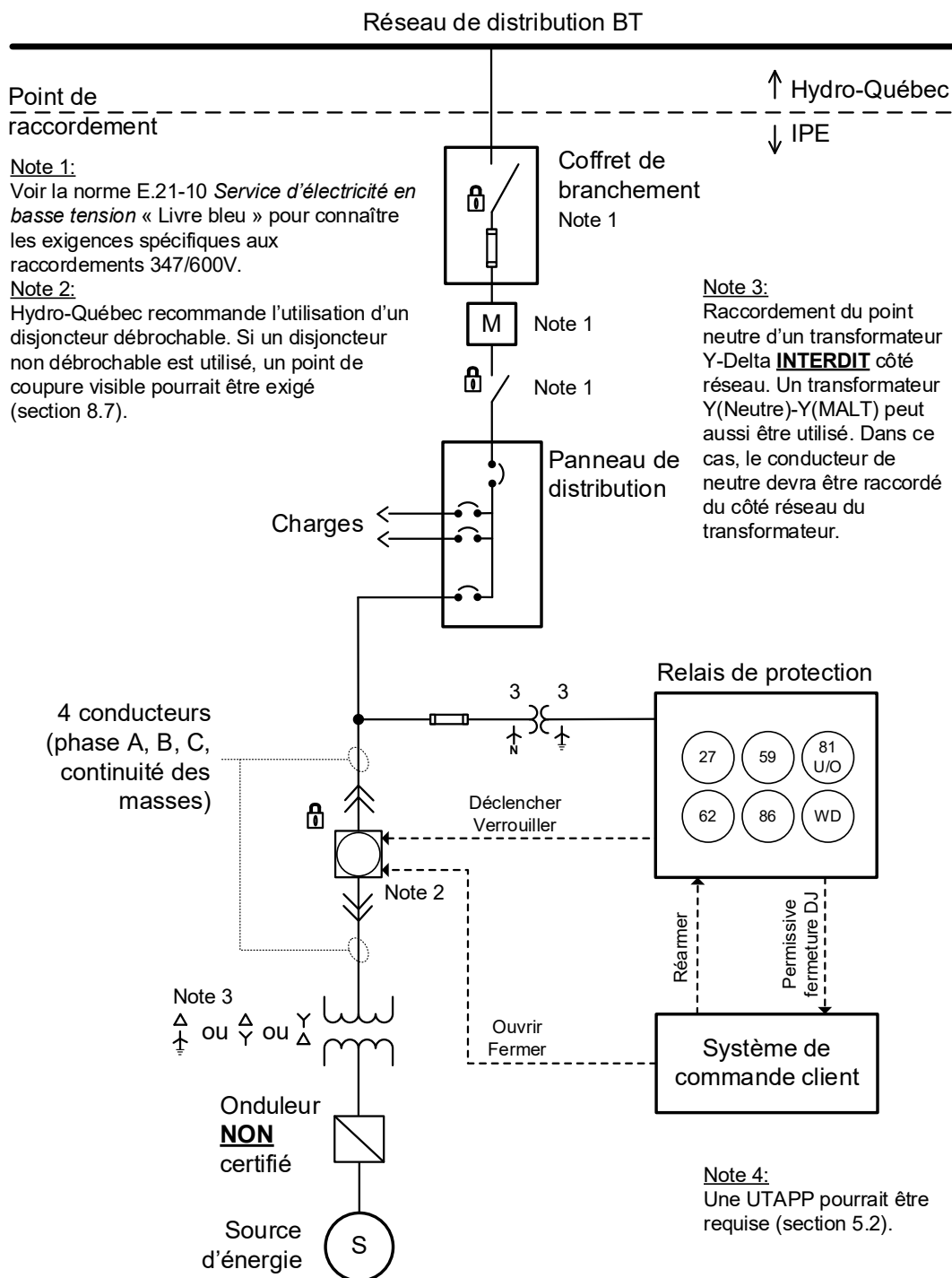
**Figure 6 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié 600 V, sans borne de neutre et sans transformateur de puissance**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



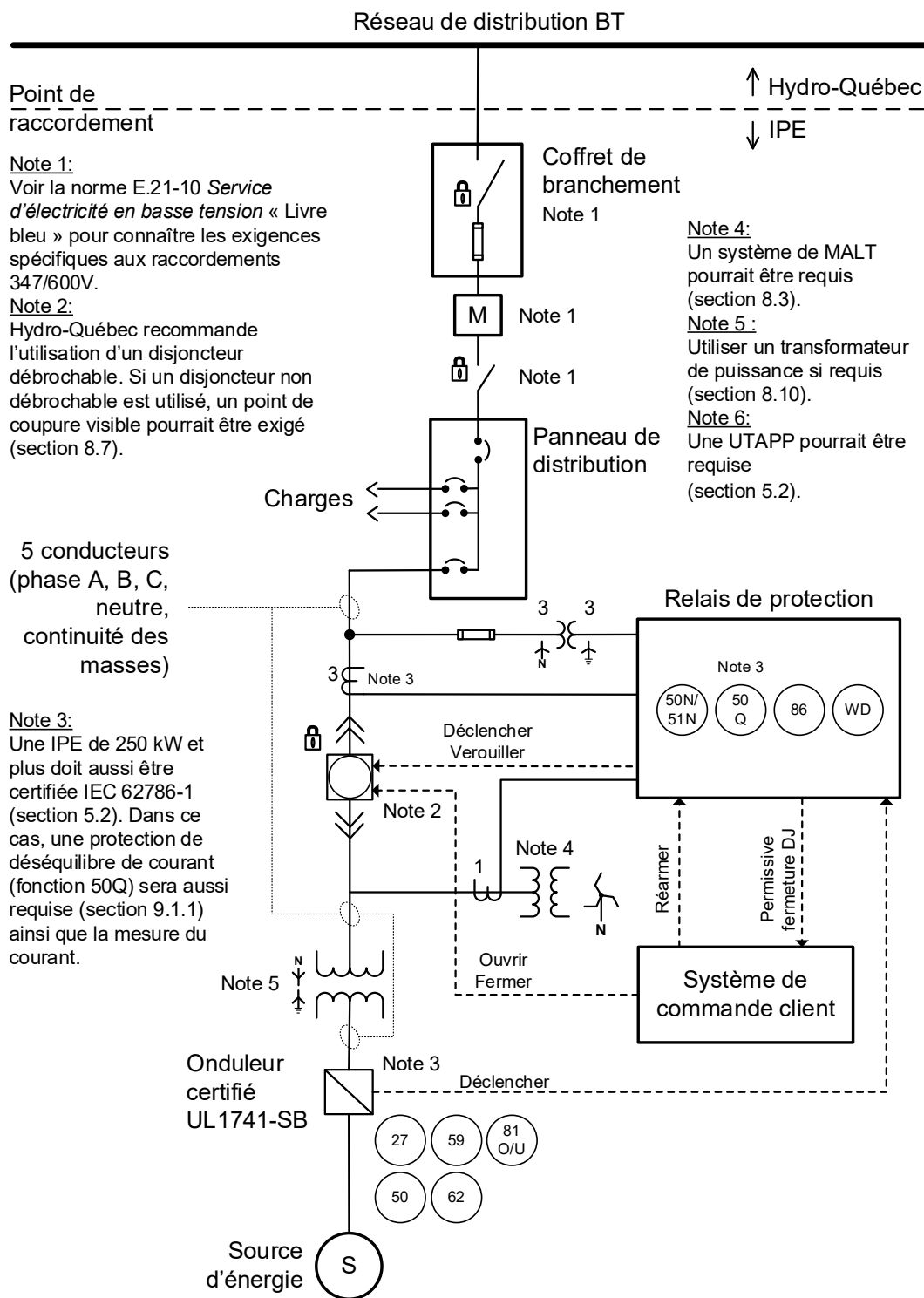
**Figure 7 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié sans borne de neutre et avec transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y, Y-Delta ou Y(Neutre)-Y(MALT)**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



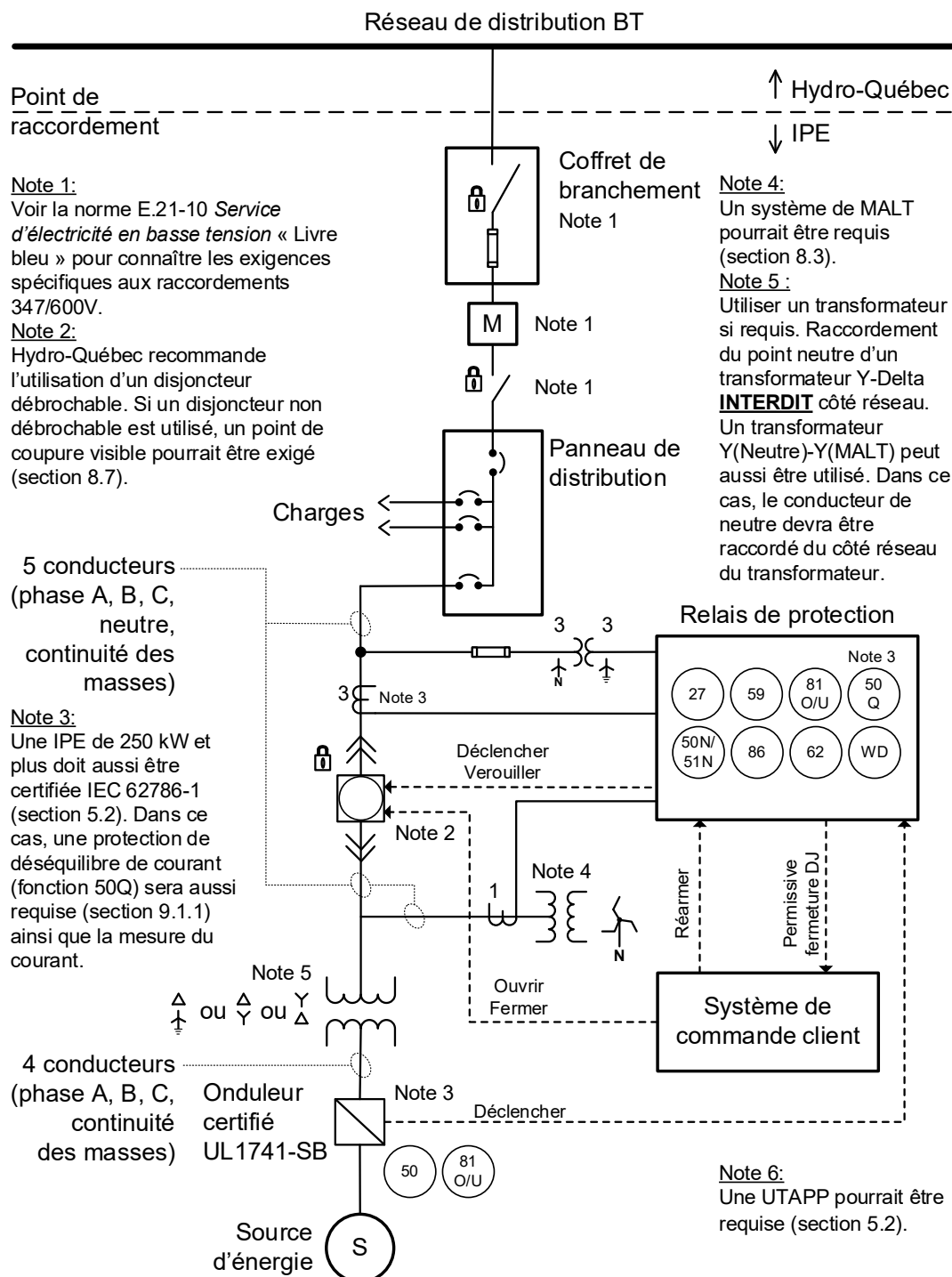
**Figure 8 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur non certifié, avec ou sans transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y, Y-Delta ou Y(Neutre)-Y(MALT)**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



**Figure 9 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié 347/600 V, avec borne de neutre, avec ou sans transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT), équipée d'un transformateur de MALT**

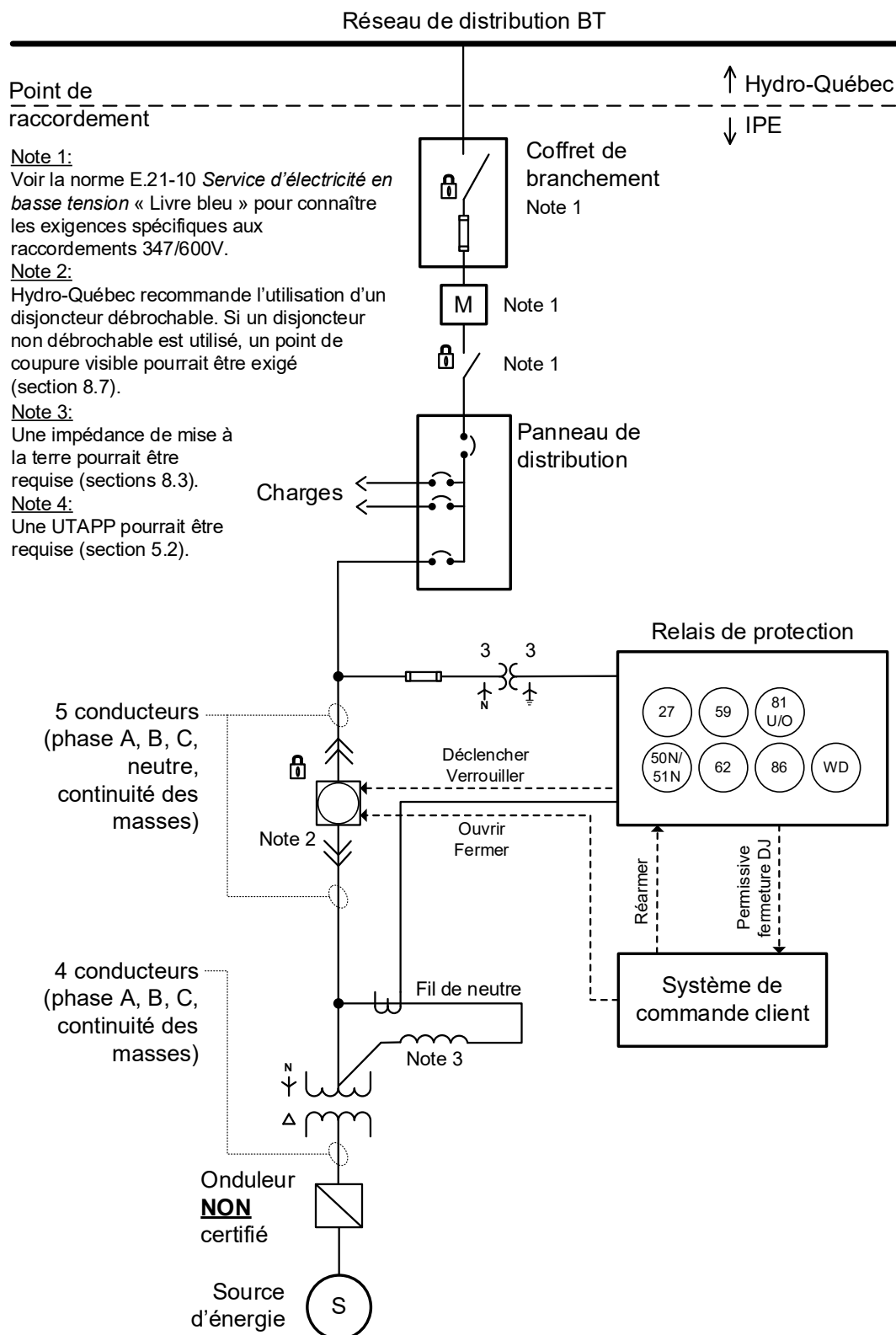
Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



**Figure 10 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur certifié, sans borne de neutre, avec ou sans transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT**



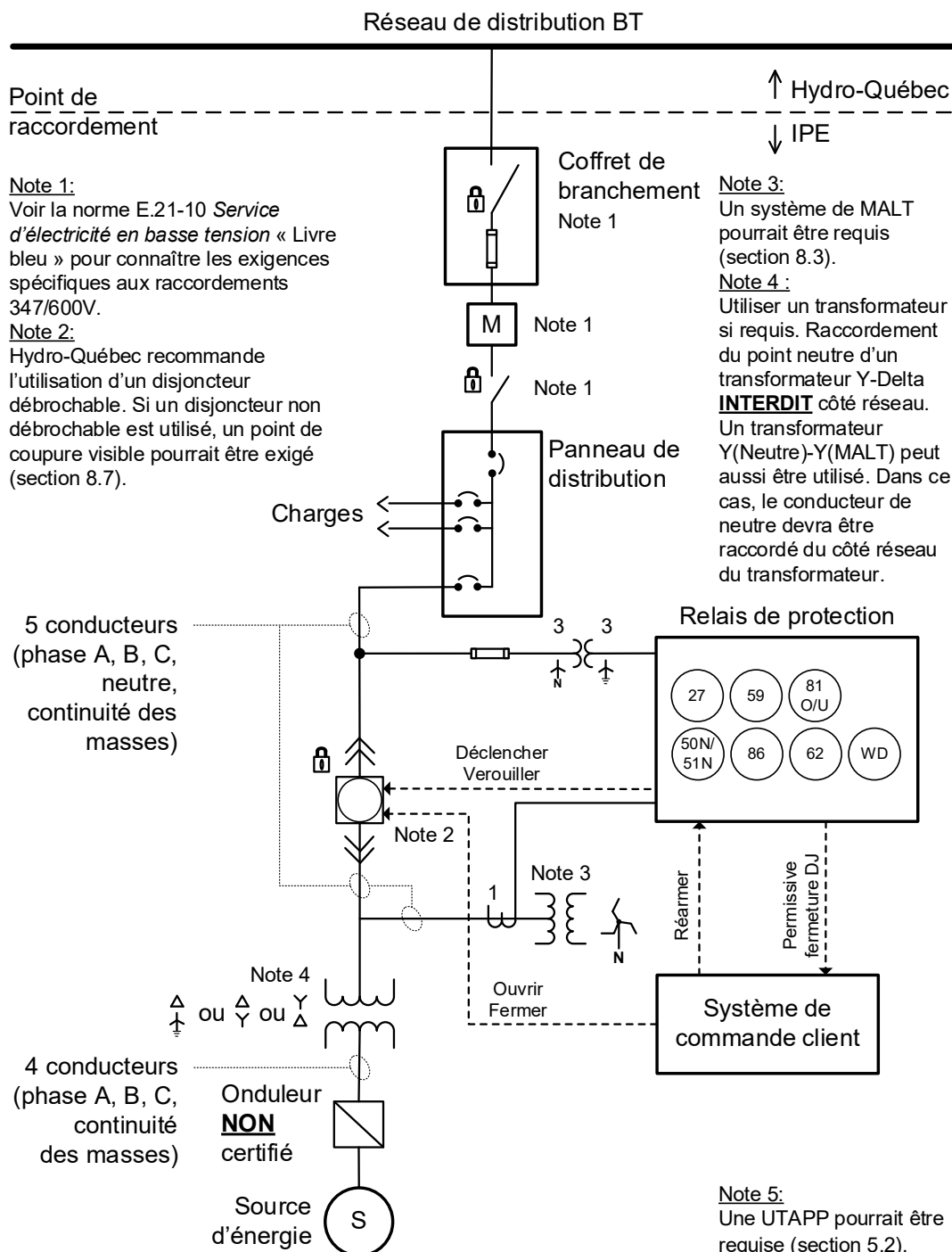
Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 11 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur non certifié, sans borne de neutre, avec transformateur de puissance Y(MALT)-Delta**

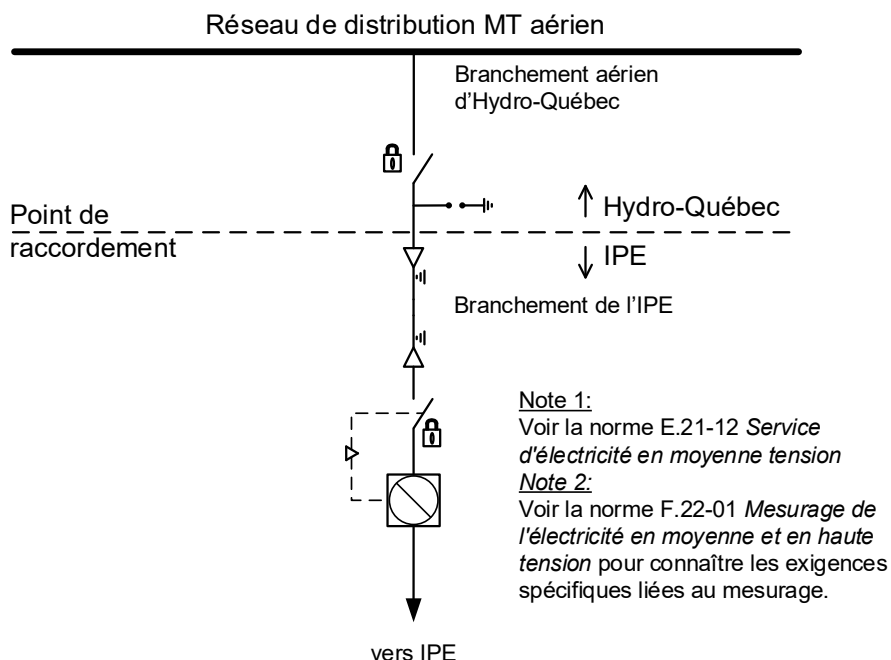
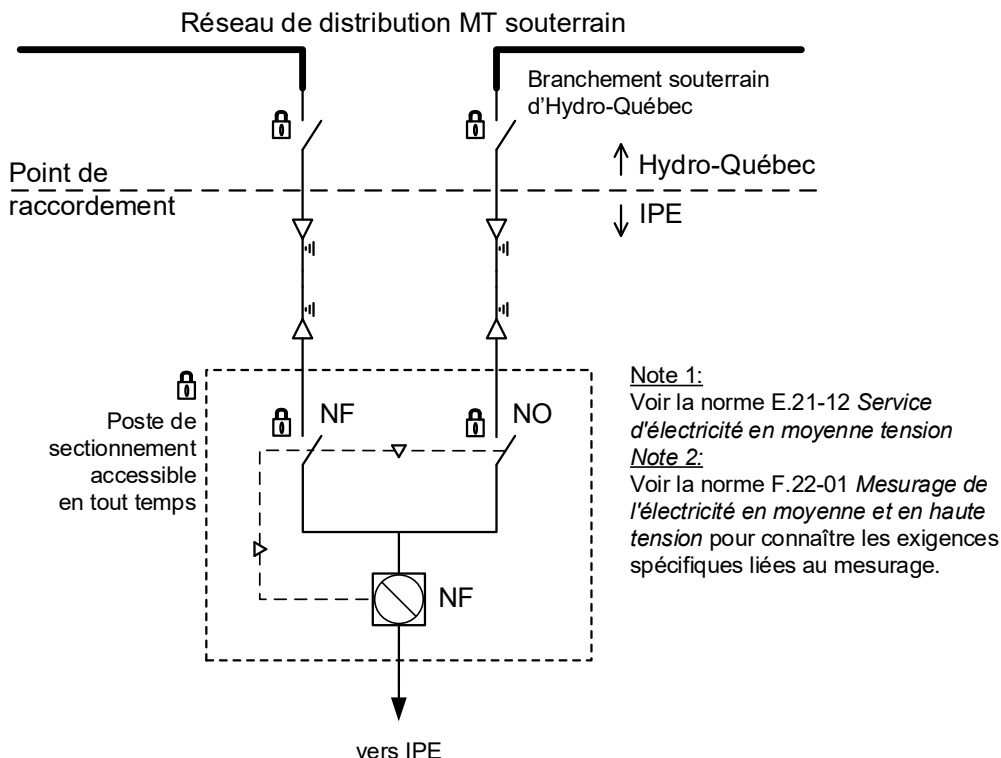
Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, assurez-vous qu'il s'agit de la version en vigueur.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

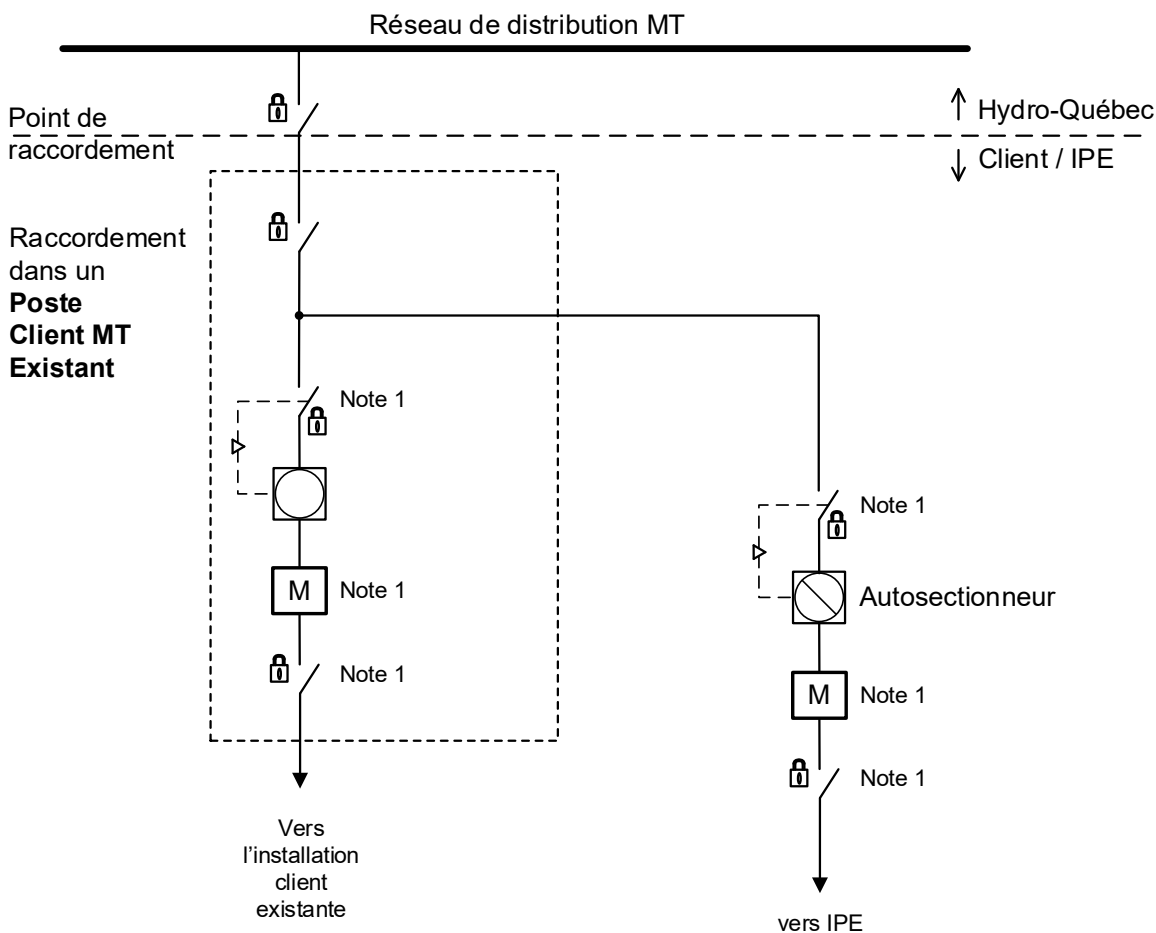


**Figure 12 : Schéma de raccordement BT d'une IPE utilisant un onduleur non certifié, avec ou sans borne de neutre, avec ou sans transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------


**Figure 13 : Schéma de raccordement aérien-souterrain MT**

**Figure 14 : Schéma de raccordement souterrain-souterrain MT**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

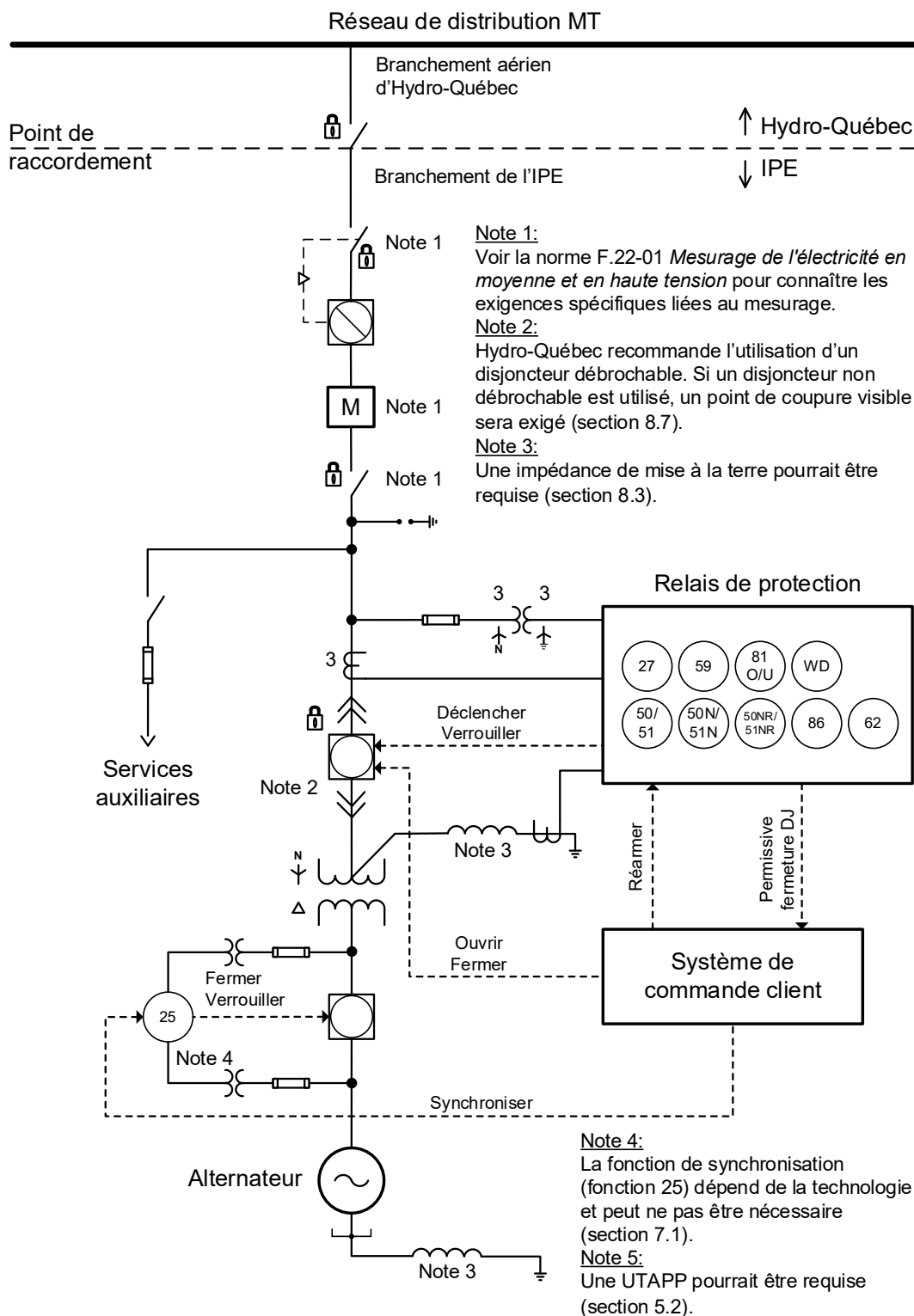


Note 1:  
Voir la norme E.21-12 *Service d'électricité en moyenne tension*

Note 2:  
Voir la norme F.22-01 *Mesurage de l'électricité en moyenne et en haute tension* pour connaître les exigences spécifiques liées au mesurage.

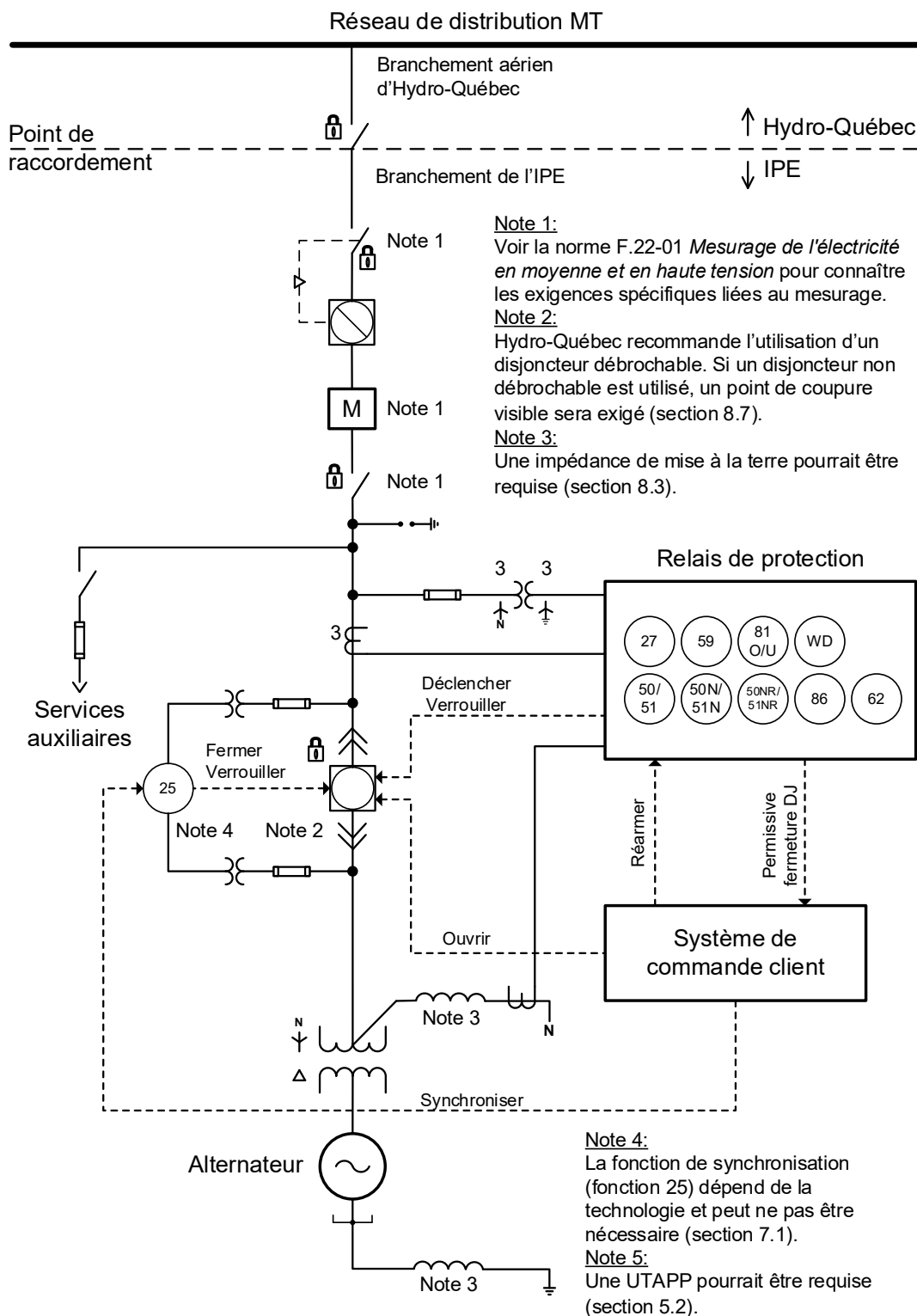
**Figure 15 : Schéma de raccordement d'une IPE raccordée dans un poste client MT existant et nécessitant un mesurage indépendant de l'installation client**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>AAAA-MM-JJ</b> <b>2025-11-17</b>



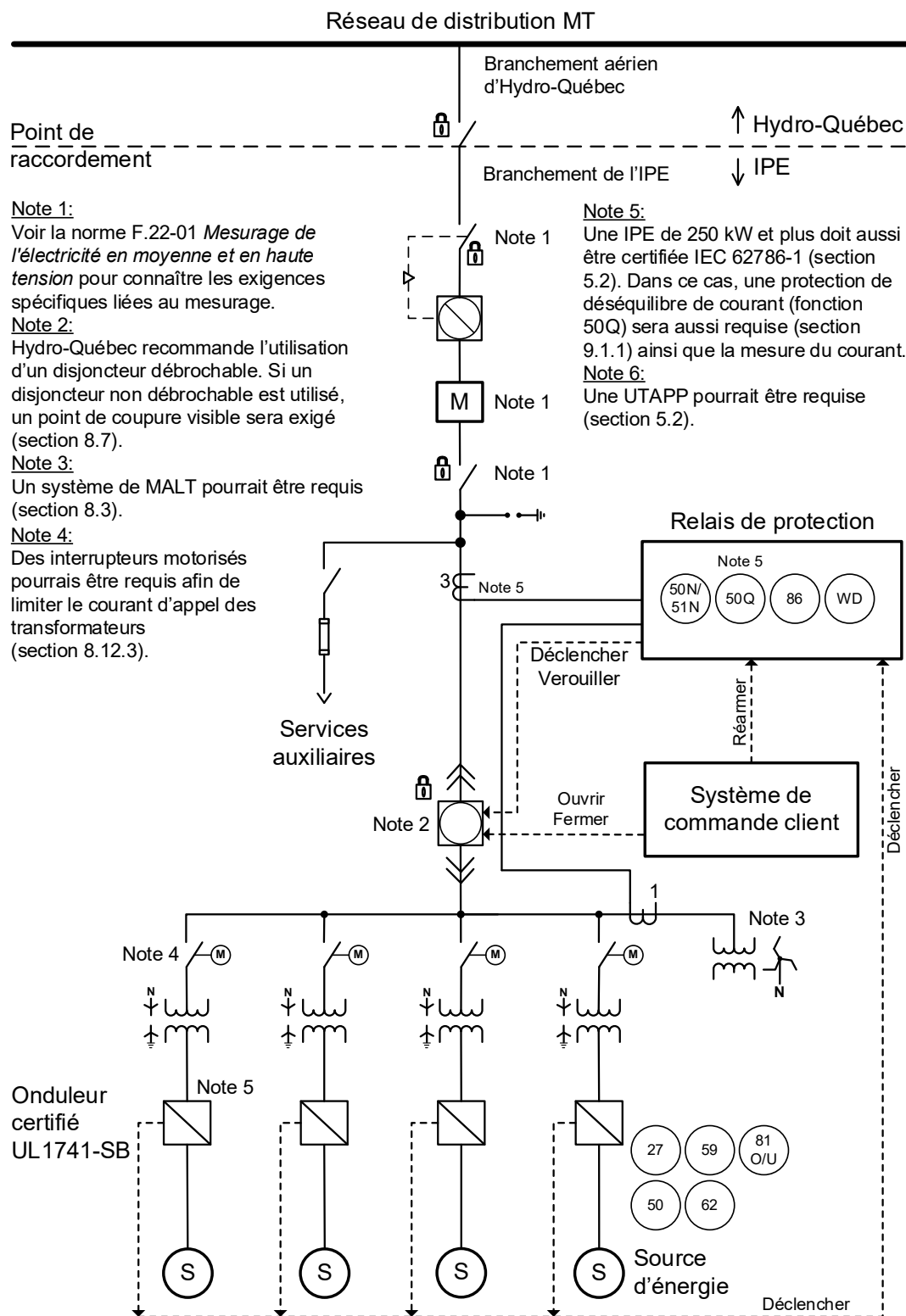
**Figure 16 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant un alternateur, avec transformateur de puissance Y(MALT)-delta, synchronisée à BT**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



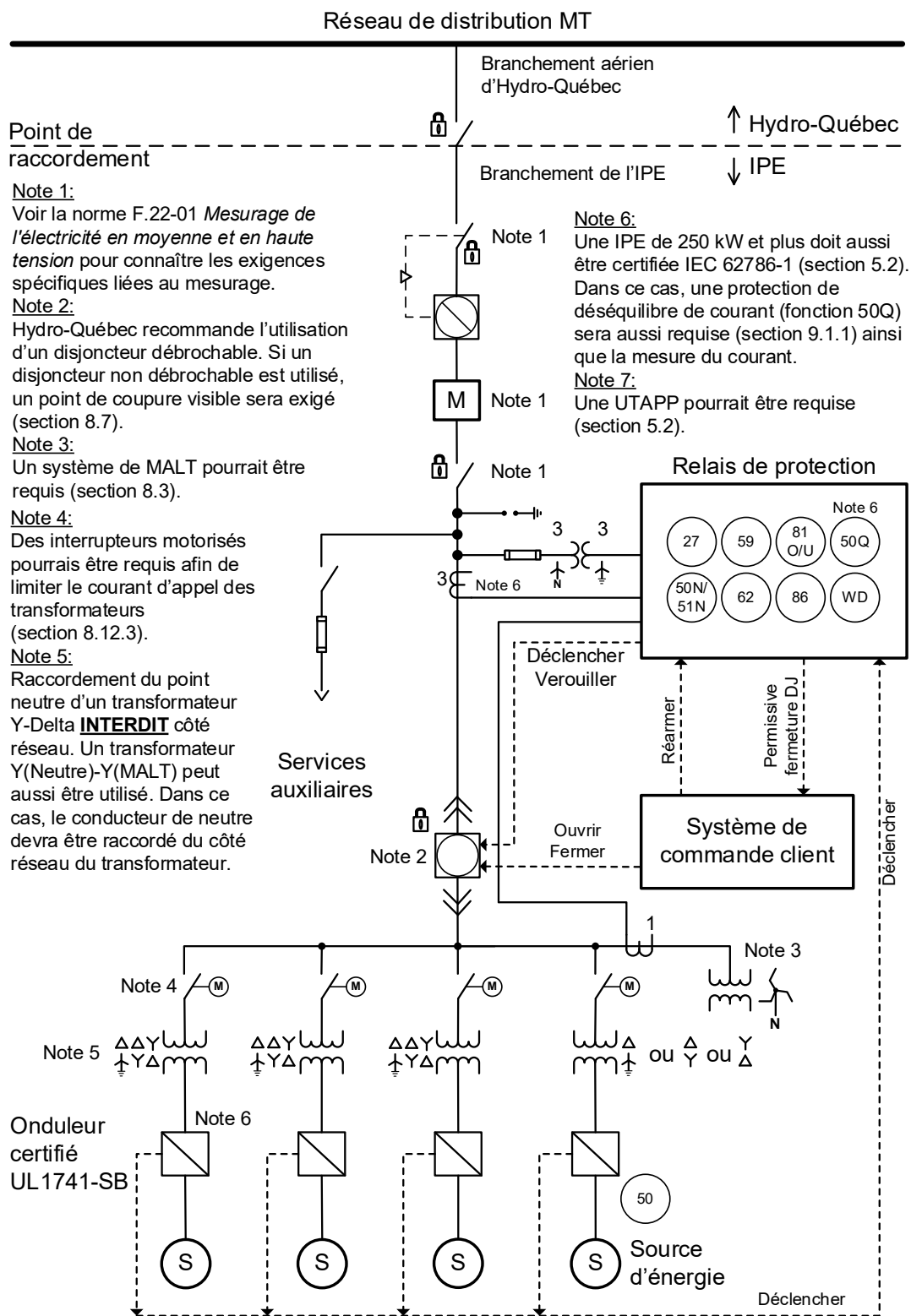
**Figure 17 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant un alternateur, avec transformateur de puissance Y(MALT)-delta, synchronisée à MT**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



**Figure 18 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant des onduleurs certifiés triphasés, avec transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT), équipée d'un transformateur de MALT**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>AAAA-MM-JJ</b> <b>2025-11-17</b>

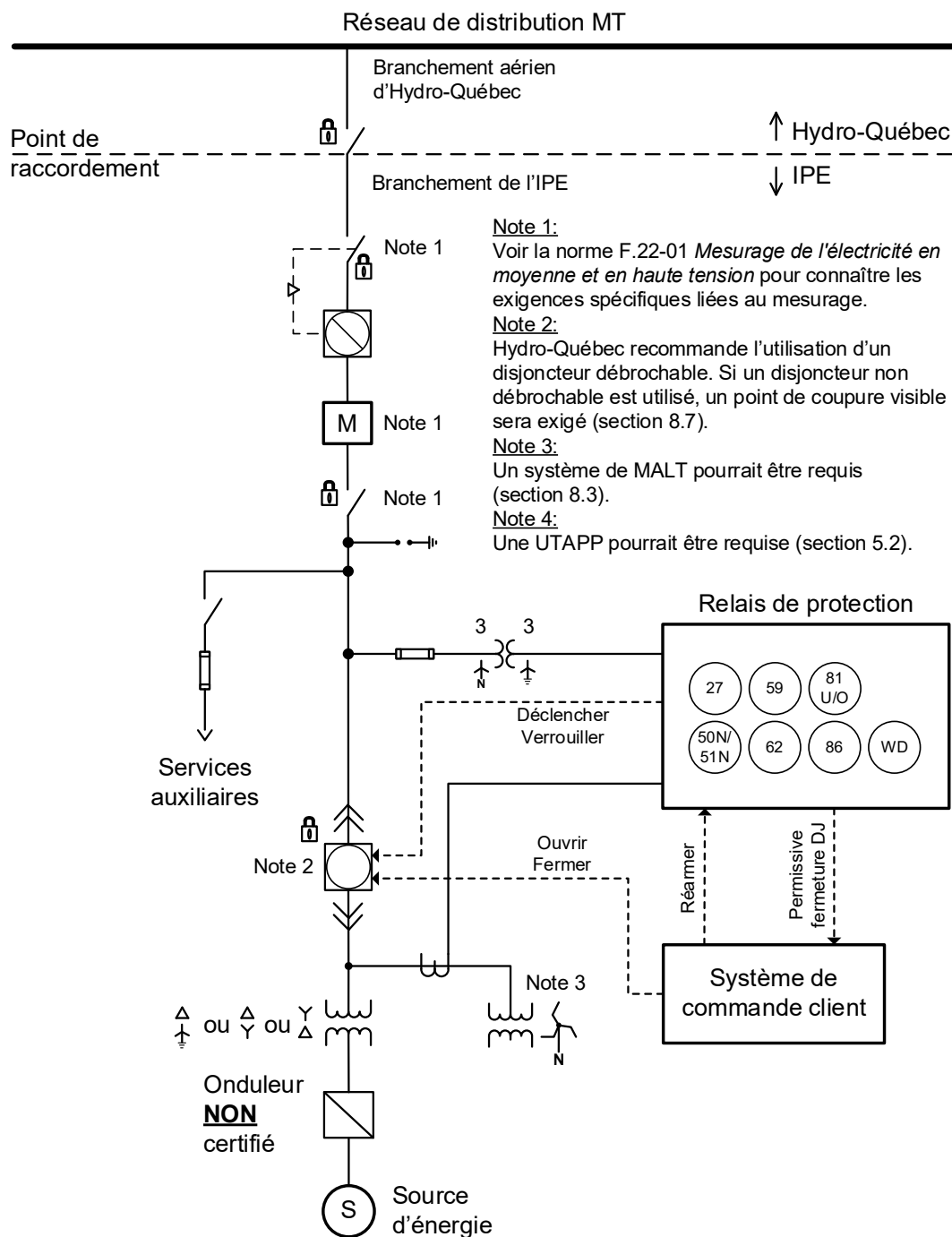


**Figure 19 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant des onduleurs certifiés triphasés, avec transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT**

Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, assurez-vous qu'il s'agit de la version en vigueur.

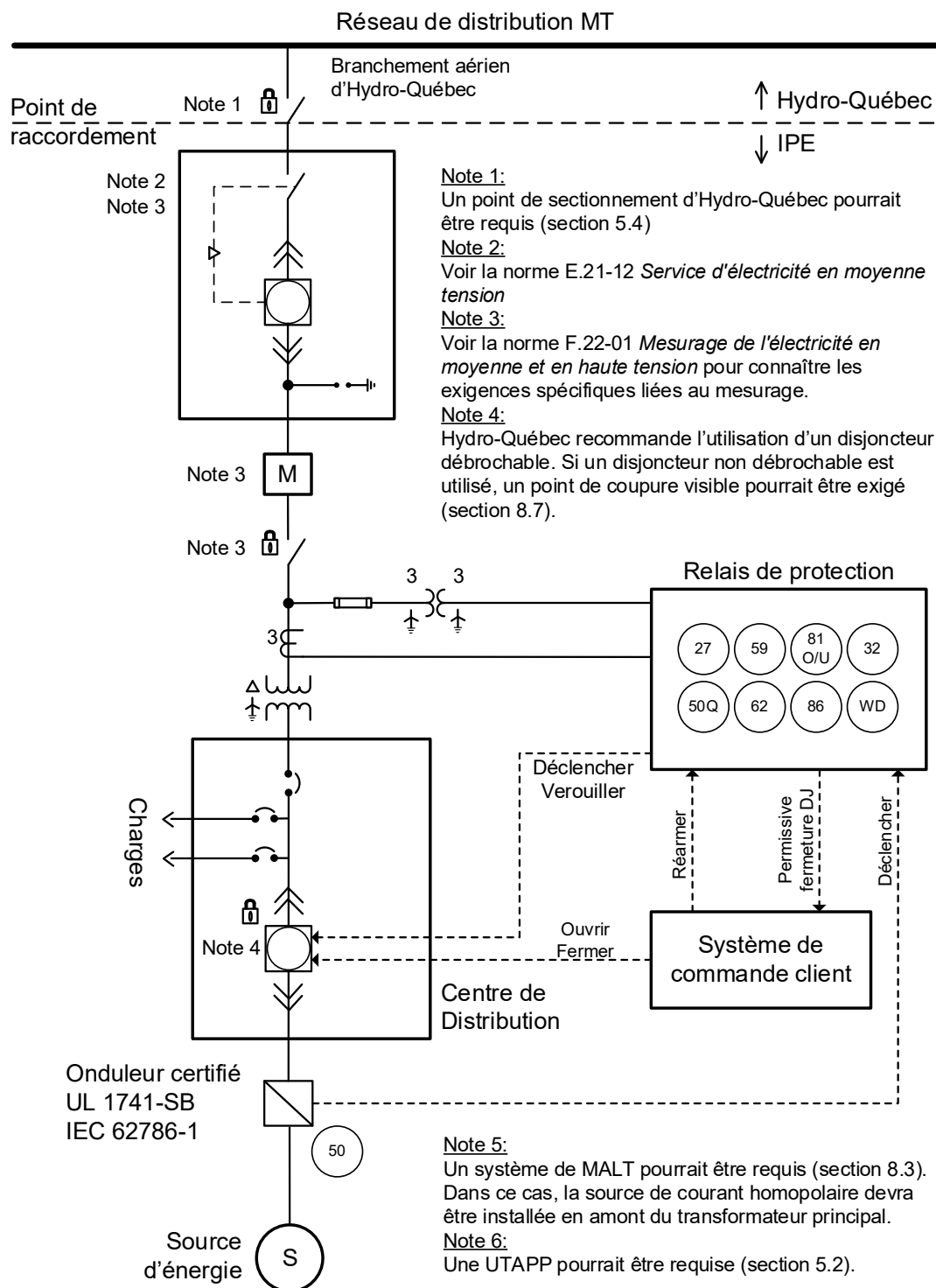


Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



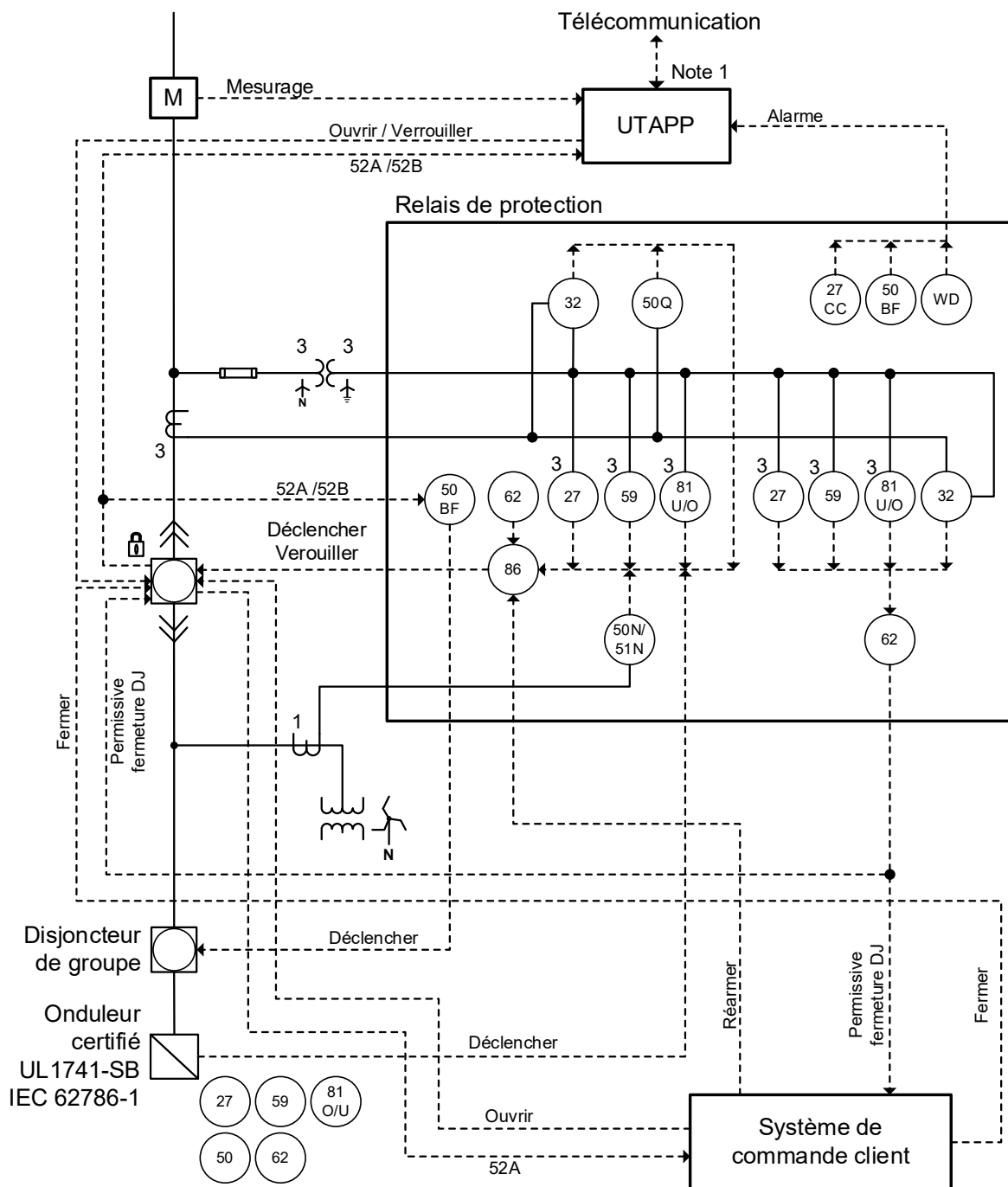
**Figure 20 : Schéma de raccordement MT d'une IPE utilisant un onduleur non certifiés triphasés, avec transformateur de puissance Delta-Y(MALT), Delta-Y ou Y-Delta, équipée d'un transformateur de MALT**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 21 : Schéma de raccordement MT d'une IPE de 250 kW et plus utilisant un onduleur certifié triphasé, installée chez un autoprodacteur ou une autoprodutrice**

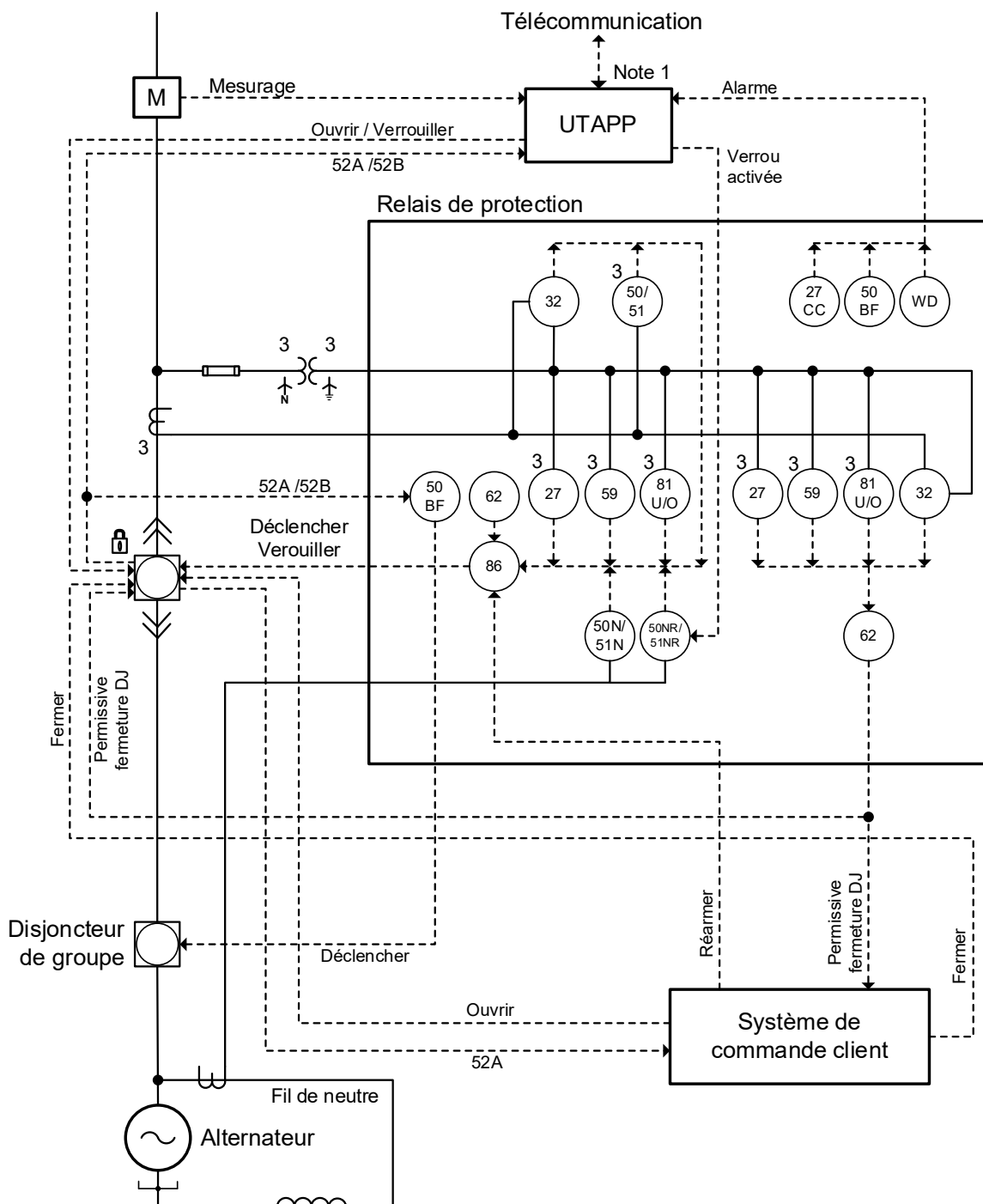
Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------


**Note 1:**

Voir la norme E.12-12 *Exigences pour l'installation et le raccordement de l'unité de télécommande et de télésignalisation des installations de production d'électricité raccordées au réseau de distribution d'Hydro-Québec* pour connaître les exigences spécifiques à l'installation de l'UTAPP.

**Figure 22 : Schéma de commande et de protection d'une IPE de 250 kW et plus équipée d'un onduleur certifié et d'une UTAPP**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>


**Note 1:**

Voir la norme E.12-12 *Exigences pour l'installation et le raccordement de l'unité de télécommande et de télésignalisation des installations de production d'électricité raccordées au réseau de distribution d'Hydro-Québec* pour connaître les exigences spécifiques à l'installation de l'UTAPP.

**Figure 23 : Schéma de commande et de protection d'une IPE de 250 kW et plus équipée d'un alternateur et d'une UTAPP**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## Annexe C

(À titre informatif)

### Liste de vérification des éléments de conception d'une IPE équipée de SERMO installée chez un autoproducteur ou une autoproductrice

- ☐ Onduleur certifié UL1741-SB (section 8.13.1)
- ☐ IPE conforme à la norme IEEE 2030. 5 (section 10.1)
- ☐ Si le raccordement est monophasé, la puissance maximale est 40 kW (section 5.1)
- ☐ Point de mesure de puissance en amont du point de raccordement de la charge dans l'installation du client ou de la cliente (exigé notamment lorsqu'une protection directionnelle de puissance [fonction 32] est utilisée) (section 9.1.3 et 9.1.4)
- ☐ Mesure de puissance triphasée lorsque le point de raccordement au réseau d'Hydro-Québec est triphasé (section 9.1.3 et 9.1.4)
- ☐ Précision de la chaîne de protection de puissance (mesure, relais et câblage) validée (exigé notamment lorsqu'une protection directionnelle de puissance [fonction 32] est utilisée) (section 9.8.5 et 9.8.6)
- ☐ Toute la production derrière un seul disjoncteur, le disjoncteur principal de l'IPE (section 8.11)
- ☐ Un dispositif de protection contre les surtensions est installé en amont de l'IPE (section 8.10)
- ☐ Une IPE utilisée comme alimentation de secours est munie d'un commutateur de transfert à transition ouverte (section 12)
- ☐ La charge dans l'installation est suffisante pour éliminer le risque de surtension temporaire en cas de court-circuit phase-terre ou de perte de charge (section 5.3.2)
- ☐ Une protection visant à assurer une charge minimum (section 9.1.3) ou une protection visant à limiter l'injection de puissance est prévue (section 9.1.4)

Si l'installation est raccordée à basse tension :

- ☐ Raccordement selon les figures 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 de l'Annexe B (section 5.10)
- ☐ Borne de neutre sur l'onduleur (section 8.13.2)
- ☐ Pas de transformateur de puissance ou transformateur Y(Neutre)-Y(MALT) 5 colonnes (section 8.12)
- ☐ Câblage de puissance à 5 conducteurs (A, B, C, Neutre, continuité des MALT) (section 8.5)

Si l'installation est raccordée à moyenne tension à l'aide d'un transformateur de puissance Y(Neutre)-Y(MALT) 5 colonnes :

- ☐ Raccordement selon la Figure 18 de l'Annexe B (section 5.10)
- ☐ Borne de neutre sur l'onduleur (section 8.13.2)
- ☐ Transformateur de puissance ou transformateur Y(Neutre)-Y(MALT) 5 colonnes (section 8.12)
- ☐ Câblage de puissance à 5 conducteurs (A, B, C, Neutre, continuité des MALT) (section 8.5)

Si l'installation est raccordée à moyenne tension à l'aide d'un transformateur de puissance Delta-Y

- ☐ Raccordement selon la Figure 21 de l'Annexe C (section 5.10)
- ☐ Installation de transformateurs de mesure de tension pour la protection en amont du transformateur de puissance (utilisés pour les fonctions 27 et 59) (section 9.1.2)

En supplément, pour une IPE de 250 kW et plus :

- ☐ Onduleur certifiés IEC 62786-1 (sections 5.2 et 8.13.1)
- ☐ UTAPP lorsque requis par Hydro-Québec (section 5.2)

Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, assurez-vous qu'il s'agit de la version en vigueur.

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

- ☐ Onduleur triphasé uniquement (section 5.2)
- ☐ Des moyens de mitigation du courant d'appel du transformateur de puissance sont prévus lorsque requis (section 8.12.3)
- ☐ Conforme aux exigences d'immunité (sections 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 et 6.8)
- ☐ Conforme aux exigences de passage à travers (sections 6.4.1 et 6.7.2)
- ☐ Permet la configuration des taux de rampes volontaires maximaux (section 7.2.2)
- ☐ Calcul du coefficient de MALT complété (section 5.3.1)
- ☐ Modèle PSS/E disponible (section 5.11)
- ☐ Disjoncteur principal de l'IPE à deux commandes (section 8.11)
- ☐ Conception antidéfaillance des circuits de protection (section 9.6)
- ☐ Une protection de défaillance de disjoncteur (fonction 50BF) est présente lorsque la puissance installée de l'IPE est de plus de 5 MW (fonction 9.1.7)

En supplément, lorsque des relais multifonctions sont requis :

- ☐ 3 transformateurs de tension phase-neutre utilisés que pour la protection HQ (section 9.7)
- ☐ 3 transformateurs de courant utilisés que pour la protection HQ (section 9.7)
- ☐ Contact de surveillance de l'état de fonctionnement du relais (section 9.2)
- ☐ Pour une IPE de 250 kW et plus : la protection primaire et la protection de réserve sont réalisées par des relais différents et indépendants (section 9.2)
- ☐ Alimentation autonome de 15 minutes (section 9.3)

En supplément, lorsqu'une source de courant homopolaire est requise :

- ☐ Un transformateur de MALT supplémentaire est utilisé (section 8.3)
- ☐ Une résistance/inductance externe est utilisée pour atteindre un coefficient de MALT de 0.8 (section 8.4)
- ☐ Si possible, l'impédance de séquence homopolaire est ajustée pour que le courant de court-circuit phase-terre à MT soit de moins de 5 A (section 9.1.1)

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Liste de vérification des éléments de conception d'une IPE équipée de SERMO et raccordée à BT ou à MT permettant un raccordement simplifié au réseau**

- ☐ Onduleur certifié UL1741-SB (section 8.13.1)
- ☐ IPE conforme à la norme IEEE 2030.5 (section 10.1)
- ☐ Si le raccordement est monophasé, la puissance maximale est de 40 kW (section 5.1)
- ☐ Borne de neutre sur l'onduleur (section 8.13.2)
- ☐ BT : Pas de transformateur de puissance ou transformateur Y(Neutre)-Y MALT 5 colonnes (section 8.12)  
MT : Transformateur de puissance Y(Neutre)-Y MALT 5 colonnes (section 8.12)
- ☐ Câblage de puissance à 5 conducteurs (A, B, C, Neutre, continuité des MALT) (section 8.5)
- ☐ BT : Raccordement selon les figures 1, 2 ou 4 de l'Annexe B (section 5.10)  
MT : Raccordement selon la Figure 18 de l'Annexe B (section 5.10)
- ☐ Toute la production derrière un seul disjoncteur, le disjoncteur principal de l'IPE (section 8.11)
- ☐ Dispositif de protection contre les surtensions installé en amont de l'IPE (section 8.10)
- ☐ IPE utilisée comme alimentation de secours est munie d'un commutateur de transfert à transition ouverte (section 12)

En supplément, pour une IPE de 250 kW et plus :

- ☐ Onduleur certifiés IEC 62786-1 (sections 5.2 et 8.13.1)
- ☐ Onduleur triphasé uniquement (section 5.2)
- ☐ Des moyens de mitigation du courant d'appel du transformateur de puissance sont prévus lorsque requis (section 8.12.3)
- ☐ UTAPP (section 5.2)
- ☐ Conforme aux exigences d'immunité (sections 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 et 6.8)
- ☐ Conforme aux exigences de passage à travers (sections 6.4.1 et 6.7.2)
- ☐ Permet la configuration des taux de rampes volontaires maximaux (section 7.2.2)
- ☐ Modèle PSS/E disponible (section 5.11)
- ☐ Disjoncteur principal de l'IPE à deux commandes (section 8.11)
- ☐ Conception antidéfaillance des circuits de protection (section 9.6)
- ☐ Calcul du coef de MALT complété (section 5.3.1)
- ☐ Une protection de défaillance de disjoncteur (fonction 50BF) est présente lorsque la puissance installée de l'IPE est de plus de 5 MW (fonction 9.1.7)

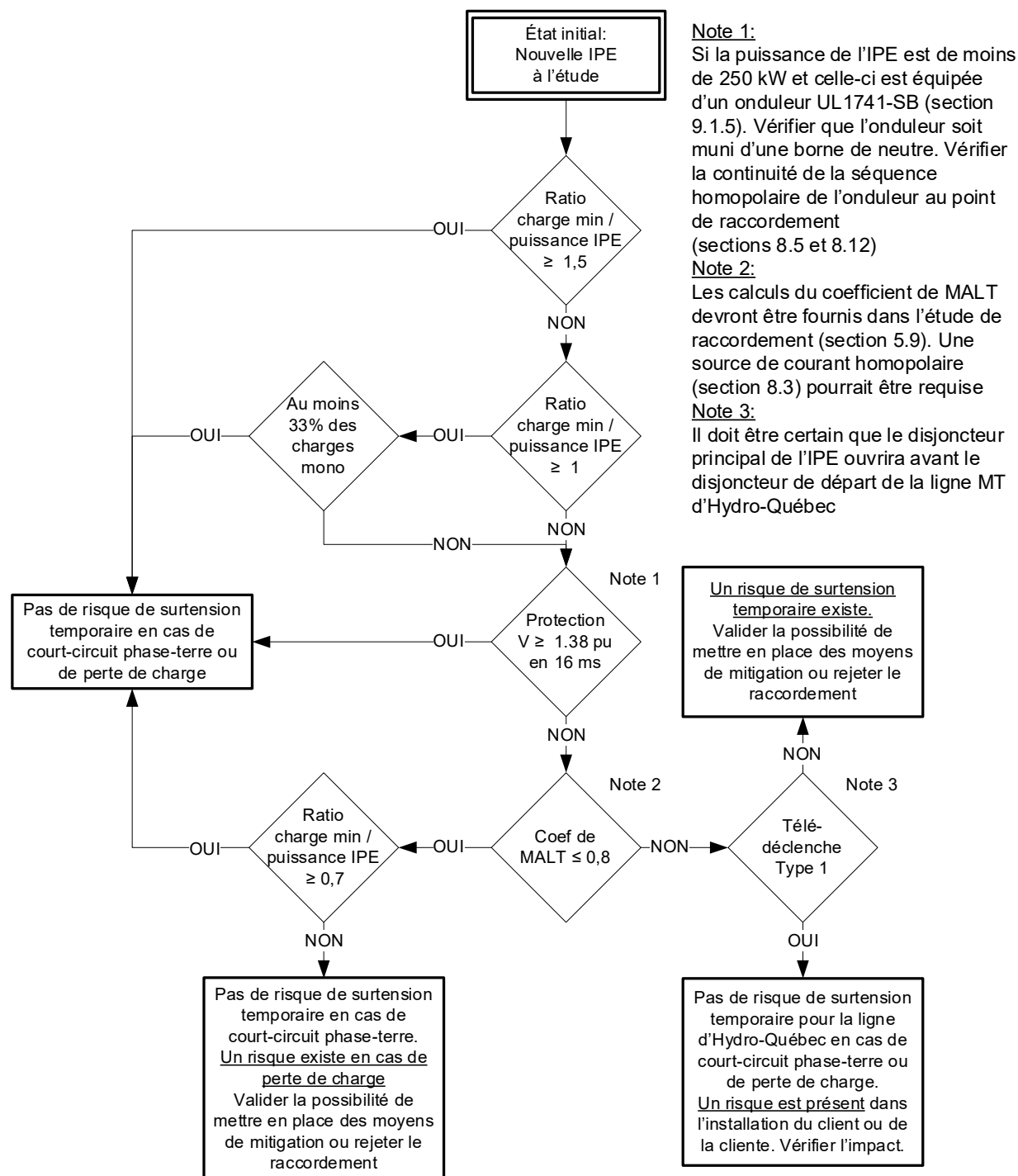
En supplément, lorsque des relais multifonctions sont requis :

- ☐ 3 transformateurs de tension phase-neutre utilisés que pour la protection HQ (section 9.7)
- ☐ 3 transformateurs de courant utilisés que pour la protection HQ (section 9.7)
- ☐ Contact de surveillance de l'état de fonctionnement du relais (section 9.2)
- ☐ Pour une IPE de 250 kW et plus : la protection primaire et la protection de réserve sont réalisées par des relais différents et indépendants (section 9.2)
- ☐ Alimentation autonome de 15 minutes (section 9.3)

En supplément, lorsqu'une source de courant homopolaire est requise :

- ☐ Un transformateur de MALT supplémentaire est utilisé (section 8.3)
- ☐ Une résistance/inductance externe est utilisée pour atteindre un coefficient de MALT de 0.8 (section 8.4)

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Annexe D**
**Ordinogramme d'analyse du risque de surtension temporaire lié au raccordement d'une autoproductrice ou d'un autoproducteur équipé de SERMO**


Cette figure est une adaptation de la figure 6-3 du rapport EPRI numéro 3002020130 *Effective Grounding for Inverter-Connected DER*.

Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, assurez-vous qu'il s'agit de la version en vigueur.



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## Annexe E

(À titre informatif)

### Exemples d'étiquettes et d'avertissements de sécurité

#### Liste des Figures

Figure 1 : Étiquette de cadenassage à la demande d'Hydro-Québec .....	114
Figure 2 : Étiquette de cadenassage de la fermeture manuelle du disjoncteur principal de l'IPE .....	115
Figure 3 : Avertissement de présence d'une IPE .....	116
Figure 4 : Avertissement à apposer sur point de sectionnement de l'IPE .....	116
Figure 5 : Avertissement à apposer sur le disjoncteur principal de l'IPE .....	117
Figure 6 : Avertissement à apposer sur le disjoncteur principal de l'IPE lorsqu'il nécessite la condamnation de ses commandes manuelles .....	117
Figure 7 : Avertissement à apposer sur les relais de protection de l'IPE .....	118
Figure 8 : Avertissement à apposer sur l'UTAPP de l'IPE .....	118
Figure 9 : Avertissement à apposer sur les systèmes de protection de l'IPE .....	118
Figure 10 : Avertissement à apposer sur un transformateur de MALT de l'IPE .....	119
Figure 11 : Avertissement à apposer sur un onduleur multimode doté d'une seule borne .....	119

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**DANGER**

**NE PAS FERMER**

Nom: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Raison:

**Cet appareil est condamné à la demande d'Hydro-Québec pour assurer la sécurité du public et de ses employé(e)s.**

**Figure 1 : Étiquette de cadenassage à la demande d'Hydro-Québec**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**DANGER**

**NE PAS FERMER**

Nom: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Raison:

La fermeture manuelle de cet  
appareil est condamnée à la  
demande d'Hydro-Québec pour  
assurer la sécurité du public et de  
ses employé(e)s.

Figure 2 : Étiquette de cadenassage de la fermeture manuelle du disjoncteur principal de l'IPE

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



Figure 3 : Avertissement de présence d'une IPE



Figure 4 : Avertissement à apposer sur point de sectionnement de l'IPE

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## **DISJONCTEUR PRINCIPAL**

### **INSTALLATION DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ**

**Ce système est utilisé pour assurer la sécurité du public et des employé(e)s d'Hydro-Québec.**

**Il est INTERDIT de le modifier sans l'autorisation écrite d'Hydro-Québec.**

Figure 5 : Avertissement à apposer sur le disjoncteur principal de l'IPE

# **DANGER**

## **RISQUE D'ÉLECTROCUTION**

### **Condamnation des commandes manuelles du disjoncteur**

**Pour assurer la sécurité du public et des employé(e)s d'Hydro-Québec:**

**Il est INTERDIT d'utiliser la commande de fermeture manuelle du disjoncteur.**

Figure 6 : Avertissement à apposer sur le disjoncteur principal de l'IPE lorsqu'il nécessite la condamnation de ses commandes manuelles

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## **RELAIS DE PROTECTION**

### **INSTALLATION DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ**

**Ce système est utilisé pour assurer la sécurité du public et des employé(e)s d'Hydro-Québec.**

**Il est INTERDIT de le modifier sans l'autorisation écrite d'Hydro-Québec.**

Figure 7 : Avertissement à apposer sur les relais de protection de l'IPE

## **UTAPP**

### **INSTALLATION DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ**

**Ce système est utilisé pour assurer la sécurité du public et des employé(e)s d'Hydro-Québec.**

**Il est INTERDIT de le modifier sans l'autorisation écrite d'Hydro-Québec.**

Figure 8 : Avertissement à apposer sur l'UTAPP de l'IPE

## **SYSTÈMES DE PROTECTION**

### **INSTALLATION DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ**

**Ce système est utilisé pour assurer la sécurité du public et des employé(e)s d'Hydro-Québec.**

**Il est INTERDIT de le modifier sans l'autorisation écrite d'Hydro-Québec.**

Figure 9 : Avertissement à apposer sur les systèmes de protection de l'IPE

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

# **TRANSFORMATEUR DE MISE À LA TERRE**

## **INSTALLATION DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ**

**Ce transformateur est utilisé pour assurer la sécurité du public et des employé(e)s d'Hydro-Québec.**

**Il est INTERDIT d'alimenter des charges à partir de ce transformateur.**

Figure 10 : Avertissement à apposer sur un transformateur de MALT de l'IPE

# **DANGER**

## **RISQUE D'ÉLECTROCUTION**

### **Condamnation de la fonction multimode**

**Pour assurer la sécurité du public et des employé(e)s d'Hydro-Québec, il est INTERDIT :**

- 1. d'utiliser cet onduleur comme alimentation de secours**
- 2. d'opérer cet onduleur en mode autonome « grid-forming »**

Figure 11 : Avertissement à apposer sur un onduleur multimode doté d'une seule borne

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## Annexe F

(À titre informatif)

### Contenu de l'étude de raccordement d'une IPE

Le ou la propriétaire de l'IPE doit transmettre à Hydro-Québec une étude de raccordement de l'IPE signée par un ingénieur ou une ingénieure. Afin de réaliser l'étude de raccordement, Hydro-Québec fournit un gabarit d'étude dont voici un exemple de contenu.

#### MISE EN CONTEXTE D'HYDRO-QUÉBEC

#### NOTE SUR LE DOCUMENT

#### ANNEXES

#### SOMMAIRE DES TABLEAUX

#### 1 INTRODUCTION

1.1 Coordonnées du propriétaire de l'installation de production d'électricité

1.2 Localisation de l'installation de production d'électricité

1.3 Coordonnées du signataire de l'étude de raccordement

1.4 Description générale

1.5 Mandat

1.6 Exclusions

1.7 Particularités et dérogations

1.8 Développements futurs

1.9 Dates importantes

1.10 Carte de la localisation du site

1.11 Étapes de traitement de dossier

#### 2 CARACTÉRISTIQUES DE L'INSTALLATION

2.1 Installation

2.2 Prévisions de production

2.3 Caractéristiques des équipements

2.4 Modèles de simulation

2.5 Exploitation

2.6 Maintenance

2.7 Cadenassage

2.8 Affichage d'avertissements de sécurité

#### 3 EXIGENCES RELATIVES À LA TENSION ET À LA FRÉQUENCE

3.1 Fluctuations de tension

3.2 Distorsions harmoniques

3.3 Injection de courant continu

3.4 Immunités et passages à travers (événements de tension, fréquence, etc.)

#### 4 EXIGENCES RELATIVES AU COMPORTEMENT DE L'IPE

4.1 Conditions de mise en marche

4.2 Tolérances de synchronisation

4.3 Tension de synchronisation

4.4 Facteur de puissance de conception

4.5 Taux maximaux de rampe lors de montées ou de baisses volontaires de la puissance active

4.6 Reprise après panne d'un système de stockage d'énergie

4.7 Régulation de la puissance active (Watts)

4.8 Régulation de la puissance réactive (Vars)

4.9 Contribution au courant de court-circuit

4.10 Contribution aux surtensions temporaires

#### 5 EXIGENCES RELATIVES À L'APPAREILLAGE DE L'IPE

5.1 Respect du régime du neutre

5.2 Source de courant homopolaire et impédance ou résistance de MALT

5.3 Câblage de puissance

5.4 Services auxiliaires

5.5 Point de sectionnement

Avant d'utiliser ou de reproduire ce document, assurez-vous qu'il s'agit de la version en vigueur.



Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le AAAA-MM-JJ
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	<b>2025-11-17</b>

- 5.6 Condensateurs
- 5.7 Autosectionneur MT
- 5.8 Dispositif de protection contre les surtensions
- 5.9 Disjoncteur principal de l'IPE
- 5.10 Transformateurs de puissance
- 5.11 SERMO (Source d'énergie raccordée au moyen d'onduleurs)
- 6 EXIGENCES RELATIVES À LA PROTECTION DU RÉSEAU D'HYDRO-QUÉBEC
- 6.1 Protection primaire ou protection contre les courts-circuits
- 6.2 Protection de réserve ou protection contre l'îlotage
- 6.3 Protection visant à assurer une charge minimum
- 6.4 Protection visant à limiter l'injection de puissance
- 6.5 Protection visant à limiter la contribution aux surtensions
- 6.6 Permissive de fermeture du disjoncteur principal de l'IPE
- 6.7 Protection de défaillance de disjoncteur
- 6.8 Protections supplémentaires à l'IPE
- 6.9 Relais multifonctions
- 6.10 Alimentations utilisées pour la protection
- 6.11 Conditionnement de la fermeture du disjoncteur principal de l'IPE
- 6.12 Verrouillage de la commande de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE
- 6.13 Filerie du circuit de déclenchement du disjoncteur principal de l'IPE
- 6.14 Transformateurs d'instrumentation pour la protection
- 7 EXIGENCES RELATIVES À LA TÉLÉSURVEILLANCE ET AU CONTRÔLE À DISTANCE
- 7.1 Protocole de communication
- 7.2 Installation de l'UTAPP
- 7.3 Mesurage de l'électricité
- 8 ALIMENTATION DE SECOURS
- 9 ÉTUDE DE PROTECTION
- 9.1 Coordination des protections de groupes
- 9.2 Coordination et analyse des protections
- 10 RÉGLAGES
- 10.1 Général
- 10.2 Équipements de production, onduleurs non certifiés et autres équipements
- 10.3 Relais de protection multifonctions
- 11 CONCLUSION
- 12 PROCÉDURE D'ESSAIS

## ANNEXES

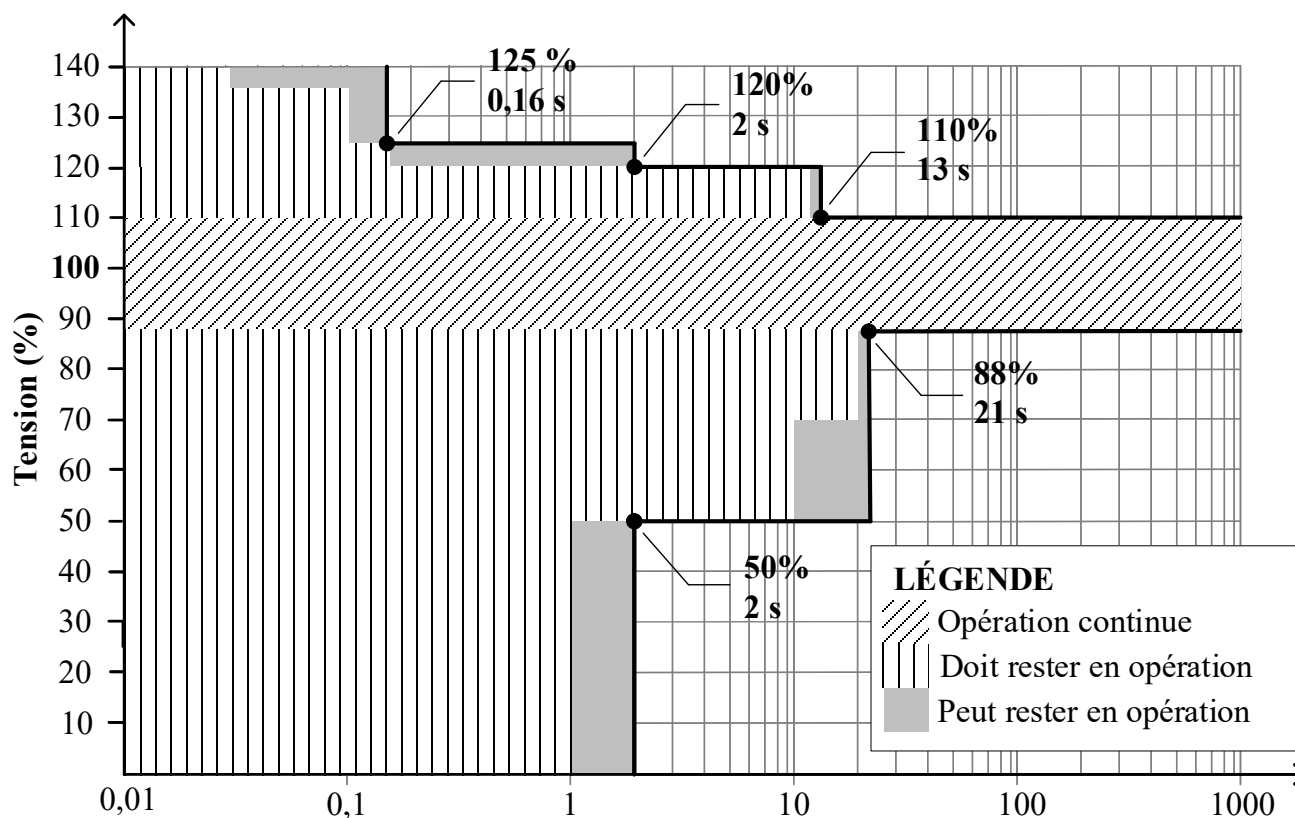
- ANNEXE 1 : Schéma unifilaire
- ANNEXE 2 : Schéma de principe
- ANNEXE 3 : Schéma trifilaire (C.A.)
- ANNEXE 4 : Schéma de commande et protection (C.C.)
- ANNEXE 5 : Schéma logique
- ANNEXE 6 : Base de données des équipements (logiciel réseau électrique)
- ANNEXE 7 : Schéma unifilaire de modélisation (logiciel réseau électrique)
- ANNEXE 8 : Tableaux des résultats de court-circuit
- ANNEXE 9 : Courbes temps-courant
- ANNEXE 10 : Rapport d'essais
- ANNEXE 11 : Plan de maintenance périodique
- ANNEXE 12 : Certificats UL, IEC, etc.
- ANNEXE 13 : Spécifications techniques
- ANNEXE 14 : Informations fournies par Hydro-Québec
- ANNEXE 15 : Schéma de raccordement de l'UTAPP
- ANNEXE 16 : Schéma d'acquisition de données
- ANNEXE 17 : Étude de qualité de l'onde
- ANNEXE 18 : Fichier de réglages du relais de protection

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**Annexe G**

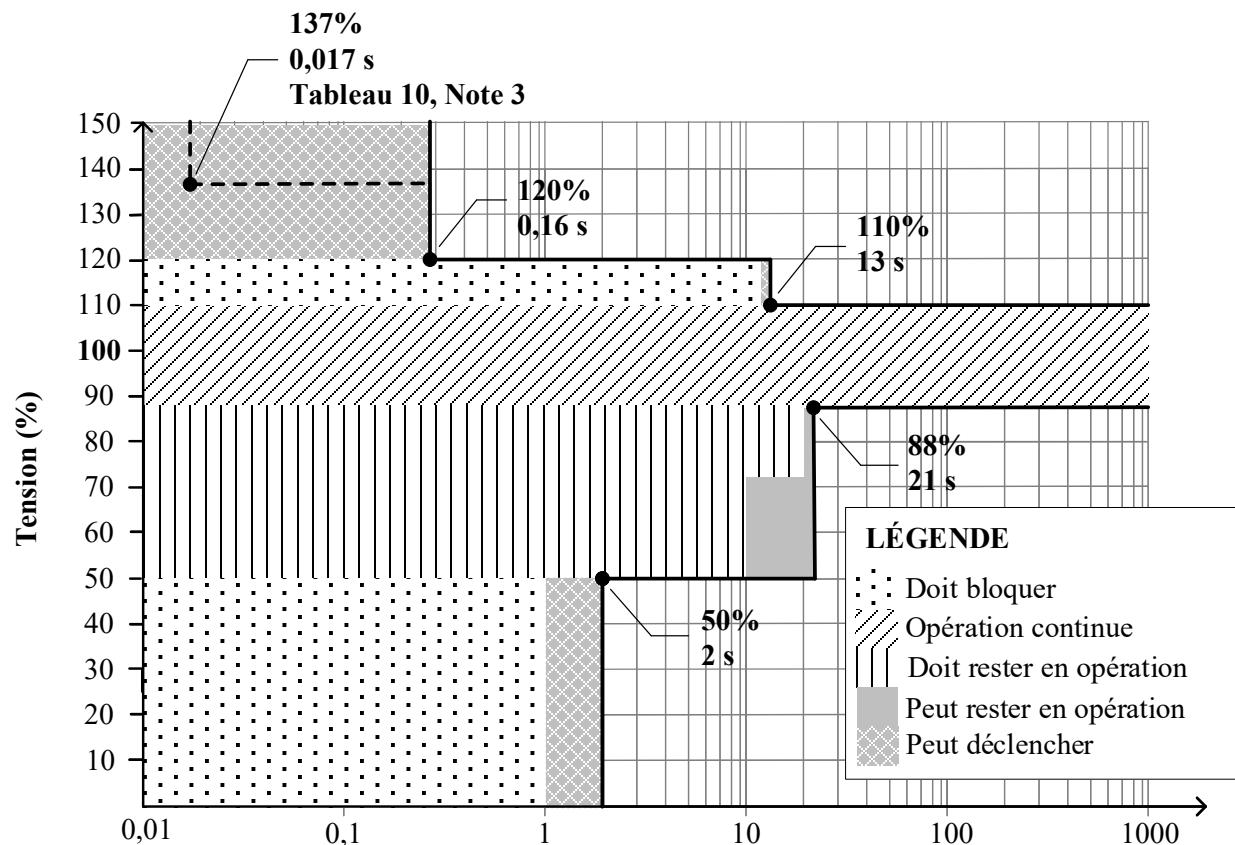
(À titre informatif)

**Graphiques illustrant de manière superposée les exigences de passage à travers et les seuils de protection.**



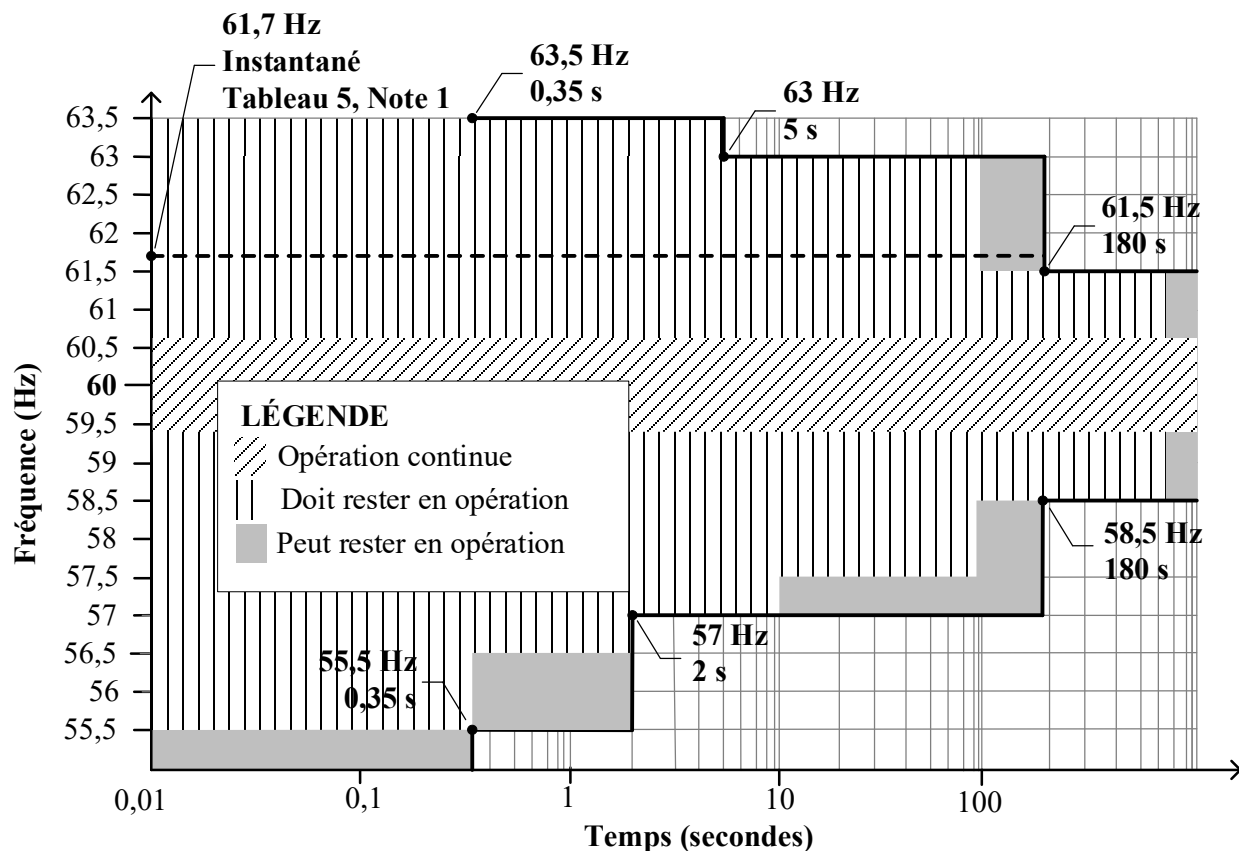
**Figure 1 : Réglages de déclenchement de la protection en tension et de passage à travers les sous-tensions et les surtensions de l'IPE**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



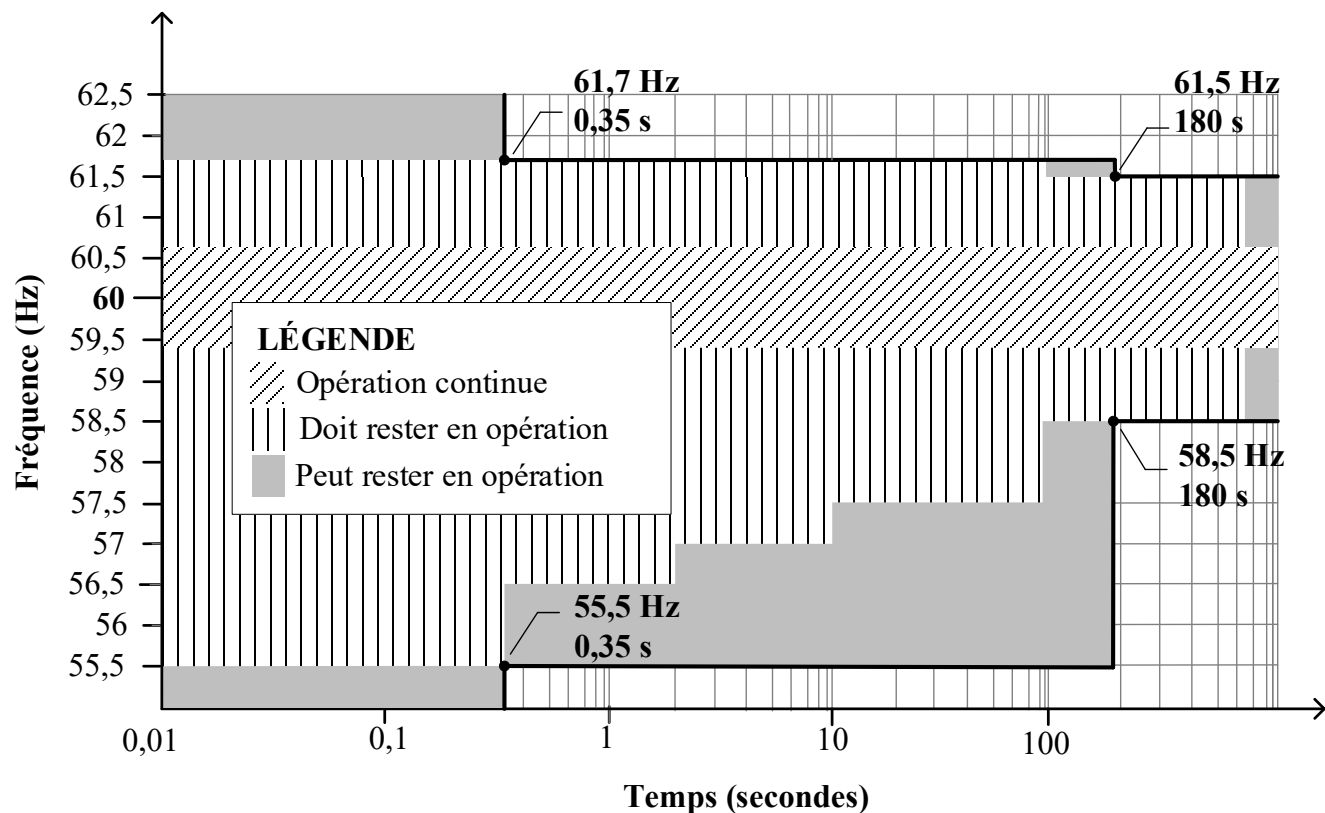
**Figure 2 : Réglages de déclenchement de la protection en tension et de passage à travers les sous-tensions et les surtensions d'une IPE de moins de 250 kW équipée de SERMO et d'un onduleur certifié UL1741-SB**

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>



**Figure 3 : Réglages de déclenchement de la protection de fréquence et de passage à travers les variations de fréquence d'une IPE**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------



**Figure 4 : Réglages de déclenchement de la protection de fréquence et de passage à travers les variations de fréquence d'une IPE de moins de 250 kW équipée de SERMO et d'un onduleur certifié UL1741-SB**

Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

## Annexe H

### Valeurs des variables numériques requises pour l'application de la norme IEC 62786-1 Distributed energy resources connection with the grid – Part 1: General requirements

Variables	Valeur	Unité	Définition
<b>4.4.2 Operating frequency range</b>			
$P_{th-fd}$	250	kW	Power threshold for frequency deviation
$f_{min1}$	59,4	Hz	Continuous operating minimum frequency
$f_{max1}$	60,6	Hz	Continuous operating maximum frequency
$f_{min2}$	55,5	Hz	Limited operating minimum frequency
$f_{max2}$	61,7	Hz	Limited operating maximum frequency
$T_{f1}$	660	s	Limited operating frequency minimum time
<b>4.4.3 Operating voltage range</b>			
$P_{th-vd}$	250	kW	Power threshold for voltage deviation
$U_{min1}$	0,88	per unit	Continuous operating minimum voltage
$U_{max1}$	1,10	per unit	Continuous operating maximum voltage
$U_{min2}$	0,5	per unit	Limited operating minimum voltage
$U_{max2}$	1,2	per unit	Limited operating maximum voltage
$T_{u1}$	21	s	Limited operating voltage disconnection time
$T_{u2}$	1	s	Outside of limited operating voltage disconnection time
<b>4.5.2 Rate of change of frequency (ROCOF) immunity</b>			
$ROCOF_{hi}$	4	Hz/s	Higher rate of change of frequency threshold
$ROCOF_{lo}$	1,25	Hz/s	Lower rate of change of frequency threshold
$t_{ROCOFlo}$	2,00	s	Minimum withstand violation time for higher rate of change of frequency threshold
$t_{ROCOFhi}$	0,5	s	Minimum withstand violation time for lower rate of change of frequency threshold
<b>4.5.2 Instantaneous ride through capability requirements</b>			
$f_{max}$		Hz	Continuous operation maximum frequency
$T_f$		s	Maximum frequency duration time

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>

**4.5.3 Undervoltage ride through (UVRT) requirements**

$U_1$	0,05	per unit	Undervoltage ride through - voltage value 1
$U_2$	0,25	per unit	Undervoltage ride through - voltage value 2
$U_3$	0,75	per unit	Undervoltage ride through - voltage value 3
$U_4$	0,85	per unit	Undervoltage ride through - voltage value 4
$U_5$	0,85	per unit	Undervoltage ride through - voltage value 5
$U_6$	0,9	per unit	Undervoltage ride through - voltage value 6
$t_1$	0,25	s	Undervoltage ride through - time value 1
$t_2$	1	s	Undervoltage ride through - time value 2
$t_3$	2	s	Undervoltage ride through - time value 3
$t_4$	2	s	Undervoltage ride through - time value 4
$t_5$	30	s	Undervoltage ride through - time value 5
$t_6$	30	s	Undervoltage ride through - time value 6
$S_{rec}$	0,9	per unit	Proportion of pre-fault output power required after a fault is cleared
$T_{rec}$	1	s	Duration time after a fault is cleared when proportion of pre-fault output power is required

**4.5.4 Overvoltage ride through (OVRT) requirements**

$U_1$	1,32	per unit	Overvoltage ride through - voltage value 1
$U_2$	1,25	per unit	Overvoltage ride through - voltage value 2
$U_3$	1,25	per unit	Overvoltage ride through - voltage value 3
$U_4$	1,2	per unit	Overvoltage ride through - voltage value 4
$U_5$	1,15	per unit	Overvoltage ride through - voltage value 5
$U_6$	1,1	per unit	Overvoltage ride through - voltage value 6
$t_1$	0,1	s	Overvoltage ride through - time value 1
$t_2$	0,1	s	Overvoltage ride through - time value 2
$t_3$	2	s	Overvoltage ride through - time value 3
$t_4$	2	s	Overvoltage ride through - time value 4
$t_5$	12	s	Overvoltage ride through - time value 5
$t_6$	12	s	Overvoltage ride through - time value 6

**4.5.5 Rapid phase angle change immunity**

$Phase_{max-1p}$	60	deg	Rapid phase angle change immunity to single-phase fault
$Phase_{max-3p}$	20	deg	Rapid phase angle change immunity to three-phase fault

**4.6 Active power response to frequency deviation**

$P_{th-apc}$	250	kW	Power threshold for active power control
$f_n$	60	Hz	Nominal network Frequency
$\Delta f$		Hz	Active power control dead-band for high frequency
$G_{pu}$		per unit	Active power control gradient for high frequency
$\Delta f'$		Hz	Active power control dead-band for low frequency
$G'_{pu}$		per unit	Active power control gradient for low frequency

**4.7.2 Voltage support by reactive power**

$P_{th-rp}$	250	kW	Power threshold for reactive power
-------------	-----	----	------------------------------------

Titre de l'encadrement	Numéro de l'encadrement	En vigueur le
<b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	<b>E.12-01</b>	AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>

<b>4.7.3 Reactive power control modes</b>			
$Q = f(U)_{enable}$	YES	yes/no	Reactive power control - volt-var - enabled
$Q = f(U)_{priority}$	2	{1,8}	Reactive power control - volt-var - priority
$\cos(\varphi) = f(U)_{enable}$	NO	yes/no	Reactive power control - $\cos(\phi)=f(U)$ - enabled
$\cos(\varphi) = f(U)_{priority}$		{1,8}	Reactive power control - $\cos(\phi)=f(U)$ - priority
$Q = f(P)_{enable}$	NO	yes/no	Reactive power control - $Q=f(P)$ - enabled
$Q = f(P)_{priority}$		{1,8}	Reactive power control - $Q=f(P)$ - priority
$\cos(\varphi) = f(P)_{enable}$	NO	yes/no	Reactive power control - $\cos(\phi)=f(P)$ - enabled
$\cos(\varphi) = f(P)_{priority}$		{1,8}	Reactive power control - $\cos(\phi)=f(P)$ - priority
$Q = constant_{enable}$	NO	yes/no	Reactive power control - constant Q - enabled
$Q = constant_{priority}$		{1,8}	Reactive power control - constant Q - priority
$\cos(\varphi) = constant_{enable}$	YES	yes/no	Reactive power control - constant $\cos(\phi)$ - enabled
$\cos(\varphi) = constant_{priority}$	3	{1,8}	Reactive power control - constant $\cos(\phi)$ - priority
$Q = remote_{enable}$	NO	yes/no	Reactive power control - remote Q - enabled
$Q = remote_{priority}$		{1,8}	Reactive power control - remote Q - priority
$\cos(\varphi) = remote_{enable}$	YES	yes/no	Reactive power control - remote $\cos(\phi)$ - enabled
$\cos(\varphi) = remote_{priority}$	1	{1,8}	Reactive power control - remote $\cos(\phi)$ - priority
<b>4.7.4 Voltage related active power control (volt-watt)</b>			
$P_{th-vwm}$	250	kW	Power threshold for volt-watt mode
$U_{min2}$		per unit	Voltage related active power control - Limited operating minimum voltage
$U_{min1}$		per unit	Voltage related active power control - Continuous operating minimum voltage
$U_{nom}$		per unit	Nominal network Voltage
$U_{max1}$		per unit	Voltage related active power control - Continuous operating maximum voltage
$U_{max2}$		per unit	Voltage related active power control - Limited operating maximum voltage
$P_{max}$		per unit	Voltage related active power control - Limited operating maximum power
$P_{nom}$		per unit	Voltage related active power control - Continuous operating nominal power
$P_{min}$		per unit	Voltage related active power control - Limited operating minimum power



Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le AAAA-MM-JJ <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------------

**4.7.5 Voltage related reactive power control (volt-var)**

$P_{th-vvr}$	250	kW	Power threshold for volt-var mode
$U_{min2}$		per unit	Voltage related reactive power control - Limited operating minimum voltage
$U_{min1}$		per unit	Voltage related reactive power control - Continuous operating minimum voltage
$U_{nom}$		per unit	Nominal network Voltage
$U_{max1}$		per unit	Voltage related reactive power control - Continuous operating maximum voltage
$U_{max2}$		per unit	Voltage related reactive power control - Limited operating maximum voltage
$Q_{max,overexcited}$		per unit	Voltage related reactive power control - Limited operating maximum power overexcited
$Q_{max,underexcited}$		per unit	Voltage related reactive power control - Limited operating maximum power underexcited

**4.7.6 Additional reactive current requirements**

$U_c$	120	V	Declared system supply voltage
$U_{static-undervoltage}$	0,88	per unit	Lower bondary of the static voltage range
$U_{static-overervoltage}$	1,06	per unit	Higher bondary of the static voltage range
$\Delta U_{Nper-deadband}$	0,00	per unit	Sudden voltage jump deadband
$k_1$		N/A	Positive sequence current gradient
$k_2$		N/A	Negative sequence current gradient
$N_{per}$	60	nb of periods	Number of periods over wich to calculate the average positive and negative sequence voltages
$N_{min}$	1	min	Duration time over wich to calculate the pre-fault positive and negative sequence voltages
$T_{rc-step}$	25	ms	Reactive current step response time
$T_{rc-set}$	50	ms	Reactive current settling time

**4.7.6 Optional modes**

$Watt_{priority}$	no	yes/no	Active power priority
$I_Q-limitation$	1	per unit	Reactive current limitation
$I_{zero-limitation-enable}$	no	yes/no	Zero current threshold enabled
$U_{zero-limitation}$		per unit	Zero current threshold voltage
$I_{zero-limitation}$	0,05	per unit	Zero current limit

**4.9.3 Means to detect islanding situation**

$T_{id}$	2	s	Unintended island detection time
----------	---	---	----------------------------------

**4.10 Connection and starting to generate electrical power**

$T_{connect}$	300	s	Reconnection time after a disturbance
---------------	-----	---	---------------------------------------

**4.11 Ceasing and reduction of active power on set point**

$P_{th-dis}$	250	kW	Power threshold for disconnection
--------------	-----	----	-----------------------------------

**4.12.2 Monitoring and control**

$P_{th-inf}$	250	kW	Power threshold for information exchange
--------------	-----	----	------------------------------------------

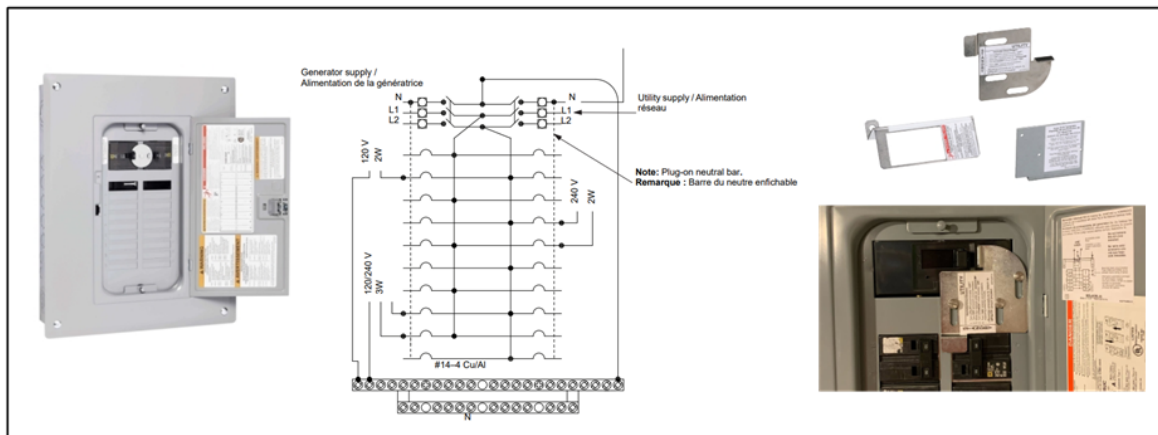
Titre de l'encadrement <b>Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>	Numéro de l'encadrement <b>E.12-01</b>	En vigueur le <b>AAAA-MM-JJ</b> <b>2025-11-17</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------------------------

**Annexe I**

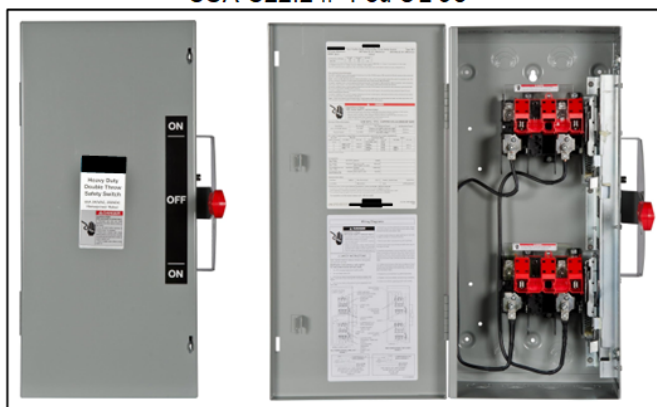
(à titre informatif)

**Exemples d'appareil de commutation muni d'un dispositif mécanique d'interverrouillage**

(a) Appareil doté d'un dispositif mécanique d'interverrouillage



(b) Interrupteur de sécurité à double bascule certifié CSA C22.2 n° 4 ou UL 98



(c) Commutateur de transfert manuel certifié CSA C22.2 n° 178.1 ou UL 1008



(d) Commutateur de transfert automatique certifié CSA C22.2 n° 178.1 ou UL 1008

