



|                |          |              |
|----------------|----------|--------------|
| numéro         |          |              |
| <b>E.12-06</b> |          |              |
| page           | <b>2</b> | de <b>49</b> |

## SOMMAIRE (suite)

|           | Titre  | Page      |
|-----------|--|-----------|
| <b>9</b>  | <b>EXIGENCES RELATIVES À LA TENSION .....</b>                                    | <b>15</b> |
| 9.1       | Fluctuations de tension .....  | 15        |
| 9.2       | Distorsions harmoniques.....   | 16        |
| 9.3       | Injection de courant continu .....   | 16        |
| 9.4       | Régulation de tension et facteur de puissance .....                              | 17        |
| <b>10</b> | <b>EXIGENCES RELATIVES À L'APPAREILLAGE DE LA CENTRALE .....</b>                 | <b>17</b> |
| 10.1      | Régime du neutre .....   | 17        |
| 10.2      | Transformateurs de puissance du client-producteur .....                          | 19        |
| 10.3      | Caractéristiques électriques des appareils basse tension .....                   | 19        |
| 10.4      | Caractéristiques électriques des appareils moyenne tension .....                 | 20        |
| 10.5      | Point de sectionnement .....   | 22        |
| 10.6      | Dispositif de protection (disjoncteur de centrale).....                          | 22        |
| 10.7      | Inductance ou résistance dans le neutre.....                                     | 22        |
| 10.8      | Condensateurs .....  | 23        |
| 10.9      | Services auxiliaires .....   | 23        |
| 10.10     | Appareillage de contrôle .....   | 23        |
| <b>11</b> | <b>EXIGENCES RELATIVES À LA PROTECTION DES ÉQUIPEMENTS DE LA CENTRALE .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>12</b> | <b>EXIGENCES RELATIVES À LA PROTECTION DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION.....</b>        | <b>25</b> |
| 12.1      | Arrêt de l'injection de puissance en parallèle au réseau .....                   | 25        |
| 12.2      | Types de protection.....   | 26        |
| 12.3      | Protection primaire et contre les défauts du réseau d'Hydro-Québec .....         | 26        |
| 12.4      | Protection de réserve et contre l'îlotage .....                                  | 27        |
| 12.5      | Modèles de relais .....  | 27        |
| 12.6      | Alimentation des relais .....  | 28        |
| 12.7      | Conditionnement de la fermeture du dispositif de protection de la centrale ..... | 28        |
| 12.8      | Transformateurs d'instrumentation pour la protection .....                       | 29        |
| 12.9      | Coordination et réglage des protections .....                                    | 29        |
| 12.10     | Étude de protection .....  | 34        |
| 12.11     | Scellement des protections .....   | 35        |
| <b>13</b> | <b>PRODUCTION EN MODE ÎLOTÉ .....</b>  | <b>35</b> |
| <b>14</b> | <b>PRODUCTION EN URGENCE.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>15</b> | <b>INSPECTION DE L'INSTALLATION.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>16</b> | <b>MAINTENANCE.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>17</b> | <b>RESPONSABLE DE L'IMPLANTATION.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>18</b> | <b>RESPONSABLE DE L'APPLICATION.....</b>   | <b>36</b> |

directive  norme  méthode

corporative  sectorielle

|                |          |              |
|----------------|----------|--------------|
| numéro         |          |              |
| <b>E.12-06</b> |          |              |
| page           | <b>3</b> | de <b>49</b> |

**SOMMAIRE (suite)**

**Titre** **Page**

**ANNEXES**

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>A -</b> | Explications complémentaires sur l'installation de type 1.....  | <b>37</b> |
| <b>B -</b> | Particularités de la fréquence du réseau d'Hydro-Québec.....  | <b>38</b> |
| <b>C -</b> | Exemple d'informations à transmettre à Hydro-Québec lors de la demande<br>d'autorisation de raccordement d'un appareillage de production d'électricité..... | <b>40</b> |
| <b>D -</b> | Schémas types de raccordement et de protection des installations.....   | <b>45</b> |
| <b>E -</b> | Exemple du contenu de l'étude de protection du client-producteur.....   | <b>48</b> |

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 4       | de | 49 |

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme définit les exigences et les spécifications techniques minimales de raccordement de la production décentralisée sans injection de puissance au réseau de distribution basse tension (BT) et moyenne tension (MT) d'Hydro-Québec. Cette norme s'applique à toute nouvelle installation ainsi qu'à celles qui font l'objet d'une modification ou d'une réfection.

Les centrales couvertes par ce document ne doivent pas, en aucun cas, injecter de courant, énergie ou puissance active ou réactive, au réseau de distribution. La puissance et l'énergie produites doivent être complètement consommées par les charges de l'installation électrique du client-producteur. La production peut être continue (ex. : cogénération) ou intermittente (ex. : écrêtement des pointes de puissance).

Cette norme s'applique aux alternateurs et onduleurs permettant de produire une puissance électrique compatible avec le réseau de distribution. Les onduleurs qui ne sont pas certifiés selon la norme CSA C22.2 n°107.1-01<sup>1</sup> ou selon la norme UL1741<sup>2</sup> sont traités comme des alternateurs asynchrones et nécessitent des relais de protections discrets. Pour les onduleurs non certifiés selon ces normes, une attention particulière devra être portée à l'émission d'harmoniques et à l'injection de courant continu.

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.

## 2 PORTÉE

La présente norme s'adresse au personnel d'Hydro-Québec responsable de l'intégration de la production décentralisée au réseau de distribution.

Elle s'adresse également aux clients-producteurs désirant produire de l'électricité en parallèle au réseau de distribution d'Hydro-Québec mais sans y injecter de puissance. Ils ont l'obligation de s'y conformer.

<sup>1</sup> CSA C22.2 n° 107.1-01 *General Use Power Supplies*.

<sup>2</sup> UL 1741 *Inverters, Converters, and Controllers for Use in Independent Power Systems*. L'acceptation selon la norme UL 1741 représente une solution temporaire en raison du fait que la norme CSA C22.2 n° 107.1-01 est peu utilisée par les manufacturiers pour la certification. La certification aux normes canadiennes CSA est préférable.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 5       | de | 49 |

### 3 ENCADREMENTS CONNEXES

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

- E.12-01 *Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée au réseau de distribution moyenne tension d'Hydro-Québec;*
- E.12-03 *Maintenance des équipements de protection des installations de production décentralisée se raccordant au réseau de distribution d'Hydro-Québec ;*
- E.12-05 *Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée de 600 kVA et moins au réseau basse tension d'Hydro-Québec;*
- E.12-07 *Exigences relatives au raccordement de la production décentralisée utilisant des onduleurs de faible puissance au réseau de distribution basse tension d'Hydro-Québec;*
- E.12-08 *Exigences relatives à la mise en parallèle momentanée d'équipements de production d'urgence avec le réseau de distribution d'Hydro-Québec;*
- 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.21-10 *Norme de fourniture d'électricité en basse tension;*
- E.21-11 *Service d'électricité en basse tension à partir des postes hors réseau;*
- E.21-12 *Fourniture de l'électricité en moyenne tension;*
- E.21-13 *Exigences techniques relatives à la protection et à l'émission de perturbations des installations de clients raccordées au réseau de distribution d'Hydro-Québec.*

### 4 DÉFINITIONS

**Basse tension (BT) :** Tension nominale entre phases n'excédant pas 750 volts.

**Branchement d'Hydro-Québec :** Circuit qui prolonge le réseau d'Hydro-Québec, de sa ligne de réseau jusqu'au point de raccordement.

**Branchement du client-producteur :** Toute partie de l'installation électrique du client-producteur, à partir de son coffret de branchement jusqu'au point de raccordement inclusivement.

**Centrale :** Installation servant à la production d'énergie électrique. Comprend les unités de production d'électricité ainsi que les équipements d'instrumentation et de protection.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 6       | de | 49 |

**Client-producteur** : Personne, société, corporation ou organisme titulaire d'un contrat de fourniture d'électricité et possédant une centrale de production d'électricité raccordée au réseau de distribution au moyen de sa propre installation.

**Défaut** : Modification imprévue des caractéristiques mécaniques ou électriques provoquant un court-circuit.

Défaut phase-terre : Court-circuit où une phase est mise en contact avec le conducteur neutre ou la terre.

Défaut phase-terre résistif : Court-circuit où une phase est mise en contact avec le conducteur neutre ou la terre à travers une résistance.

Défaut triphasé : Court-circuit où les trois phases sont mises en contact.

**Dispositif de protection** : Équipement permettant d'interrompre la production en parallèle au réseau de distribution et assurant que la centrale cesse d'alimenter le réseau de distribution suite à un défaut ou une condition d'îlotage (voir paragraphe 10.6). Dans le cadre de la présente norme, le dispositif de protection peut être :

- un disjoncteur pour une protection complète par relais discrets pour la protection primaire et contre l'îlotage ;
- un système comprenant une protection par fusible pour la protection de surintensité ainsi qu'un disjoncteur ou un contacteur commandé par les autres fonctions de protection;
- un contacteur commandé par les fonctions de protection dans le cas des onduleurs présentant une faible capacité de court-circuit;
- un autre équipement ou dispositif permettant d'assurer la fonction d'interruption et accepté par Hydro-Québec.

**Enroulement primaire** : Enroulement du transformateur se trouvant du côté du réseau d'Hydro-Québec.

**Enroulement secondaire** : Enroulement du transformateur se trouvant du côté des équipements de production du client-producteur.

**Îlotage** : Fractionnement du réseau d'Hydro-Québec en sous-réseaux dans lesquels la charge et la production sont équilibrées.

**Moyenne tension (MT)** : Tension nominale entre phases comprise entre 750 V et 34,5 kV inclusivement.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 7       | de | 49 |

**Personnel reconnu compétent :** Dans le cadre de la présente norme, par personnel compétent, on entend les ingénieurs. Cependant, un maître électricien, de même qu'un technicien responsable d'offrir le support technique et reconnu comme tel par le manufacturier de l'équipement de production pourraient aussi être acceptés comme personnel reconnu compétent par Hydro-Québec.

**Point commun de raccordement (PCR) :** Point situé sur le réseau de distribution, le plus proche électriquement de l'installation du client-producteur, et auquel les installations d'autres clients ou producteurs sont ou peuvent être raccordées.

**Point de raccordement (du client-producteur) :** Point où est reliée au réseau d'Hydro-Québec l'installation électrique du lieu où l'électricité est fournie. Il sert de point de démarcation pour définir la limite entre le réseau d'Hydro-Québec et celui du client-producteur.

**Réseau électrique avec neutre effectivement mis à la terre :** Réseau électrique dont le régime du neutre est effectivement mis à la terre et qui satisfait aux deux conditions suivantes :

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

où:

$X_0$  : réactance de séquence homopolaire,

$X_1$  : réactance de séquence positive,

$R_0$  : résistance de séquence homopolaire.

**Réseau stabilisé :** Le réseau de distribution est considéré stabilisé si, pour une durée minimale de 5 minutes, l'amplitude de sa tension est à l'intérieur des conditions marginales d'exploitation et la fréquence de sa tension se situe à l'intérieur de sa plage de variation normale.

**Services auxiliaires :** Ensemble des appareils et des circuits assurant la fourniture d'énergie électrique nécessaire à l'exploitation d'une installation. Dans le cadre de cette norme, il s'agit principalement des systèmes assurant la fourniture électrique aux systèmes de contrôle et de protection.

## 5 GÉNÉRALITÉS

Pour les installations couvertes par cette norme, la puissance au point de raccordement du client-producteur doit toujours circuler vers l'installation du client-producteur (voir la figure 1). L'installation doit toujours consommer plus de puissance électrique qu'elle n'en produit. Dès que cette condition n'est pas respectée, la protection doit assurer que la centrale cesse sa production en parallèle au réseau de distribution, par l'opération du dispositif de protection.

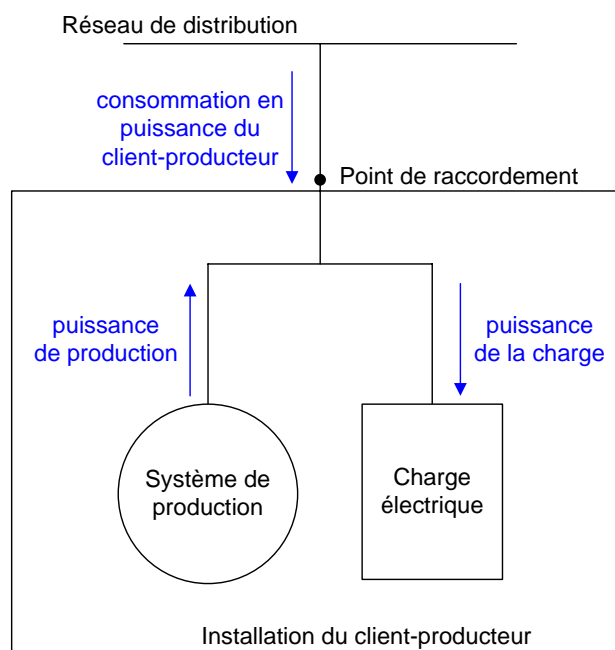
En fonctionnement normal, afin de ne pas atteindre le point de déclenchement de la protection directionnelle, il est toujours possible de réduire la production électrique en prévision d'une diminution de la consommation électrique. Le client-producteur doit donc posséder une bonne connaissance de la

|        |                |              |
|--------|----------------|--------------|
| numéro | <b>E.12-06</b> |              |
| page   | <b>8</b>       | de <b>49</b> |

consommation en puissance de son installation ainsi que disposer d'un contrôle suffisant de la production (en puissance).

La protection directionnelle de puissance ou en courant pourrait être sensible aux variations de charge à l'intérieur de l'installation électrique du client-producteur ainsi qu'aux variations normales de tension sur le réseau de distribution.

De ce fait, la protection requise à la centrale 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.



**Figure 1 - Circulation de la puissance au point de raccordement de l'installation d'un client-producteur**

## 6 TYPES D'INSTALLATIONS DE PRODUCTION

La présente norme s'applique à trois différents types d'installations de production sans injection au réseau de distribution. Ces trois types d'installations se différencient par leur puissance de consommation et leur puissance de production. Les protections requises pour la protection du réseau de distribution de même que les réglages qui y sont associés dépendent du type d'installation et sont présentés à l'article 12.

Le client-producteur a la responsabilité d'installer et d'ajuster correctement les fonctions de protection qui s'appliquent à son type d'installation.



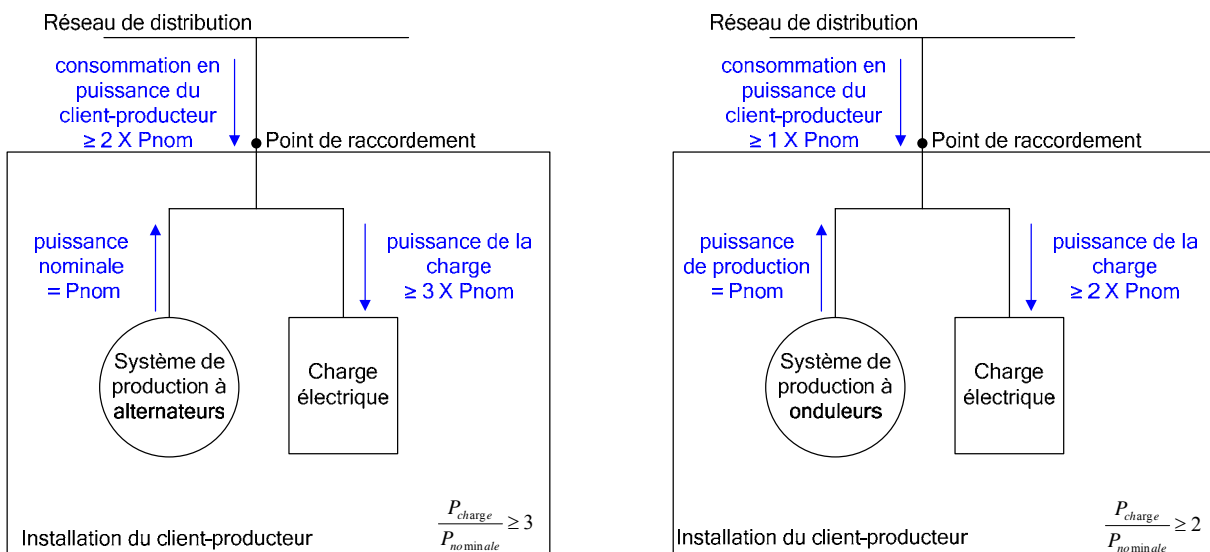
|                |           |
|----------------|-----------|
| numéro         |           |
| <b>E.12-06</b> |           |
| page           | de        |
| <b>9</b>       | <b>49</b> |

## 6.1 Installation de type 1

Pour l'installation de type 1, la charge électrique de l'installation est suffisamment importante pour assurer que la centrale sera surchargée suite au découplage du réseau de distribution (condition d'îlotage) ou lors d'un défaut. Tel qu'illustré à la figure 2, pendant l'opération de la centrale, l'installation électrique du client-producteur, présente toujours une puissance consommée, au point de raccordement égale ou supérieure à :

- deux fois la puissance  nominale  de la centrale lors de l'utilisation d'alternateurs ;
- la puissance  nominale  de la centrale lors de l'utilisation d'onduleurs.

Cette règle implique que, en tout temps pendant l'opération de la centrale, la puissance de la charge de l'installation est égale ou supérieure à 3 fois la puissance nominale de production pour une centrale à alternateurs, ou égale ou supérieure à 2 fois la puissance nominale de production pour une centrale à onduleurs<sup>3</sup>.



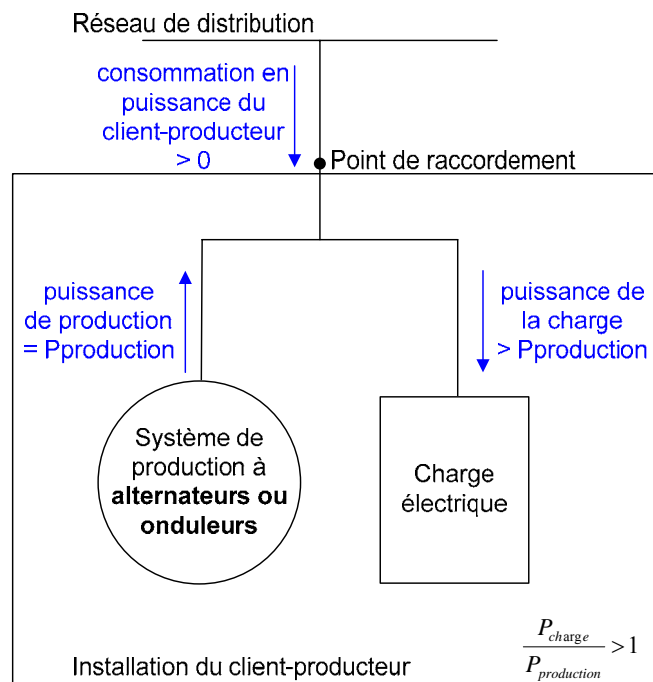
**Figure 2 - Critère de consommation minimale de l'installation de type 1**

<sup>3</sup> Voir l'annexe A pour des explications complémentaires.

|        |                |              |
|--------|----------------|--------------|
| numéro | <b>E.12-06</b> |              |
| page   | <b>10</b>      | de <b>49</b> |

## 6.2 Installation de type 2

Pour l'installation de type 2, la charge électrique de l'installation n'est pas suffisamment importante pour assurer que la centrale sera surchargée suite au découplage du réseau de distribution. Tel qu'illustré à la figure 3, la charge de l'installation est cependant suffisante pour assurer qu'il y aura toujours une consommation nette de puissance au point de raccordement.

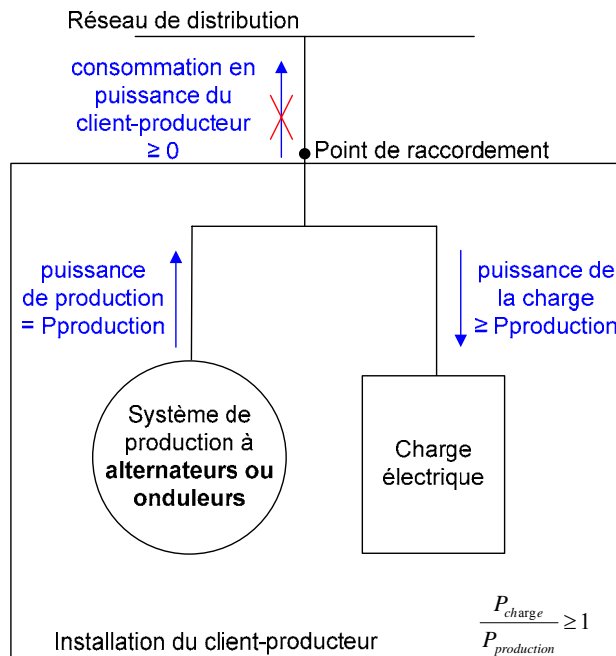


**Figure 3 - Critère de consommation minimale de l'installation de type 2**

|        |                |    |           |
|--------|----------------|----|-----------|
| numéro | <b>E.12-06</b> |    |           |
| page   | <b>11</b>      | de | <b>49</b> |

### 6.3 Installation de type 3

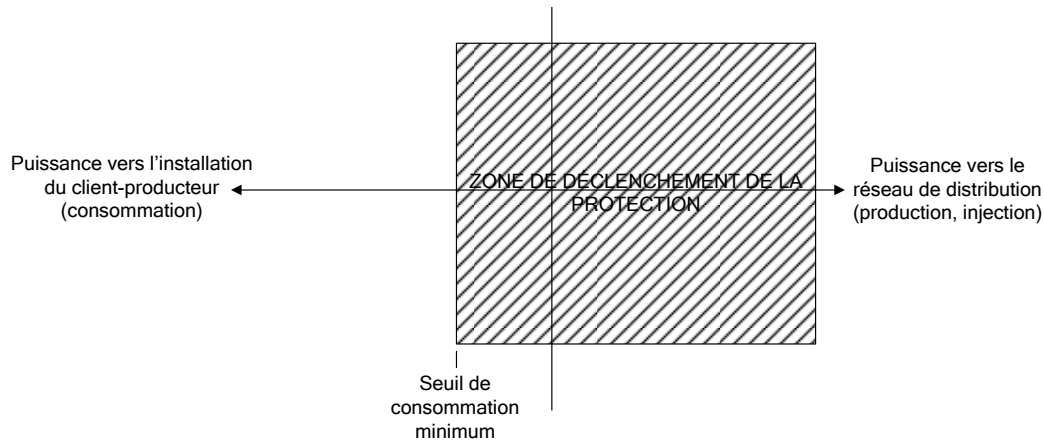
Pour l'installation de type 3, la protection assure le déclenchement lorsque la puissance circule de l'installation vers le réseau ou lors d'un défaut sur le réseau. La puissance nette au point de raccordement peut donc être consommée ou nulle. Pour ce type d'installation, la protection primaire n'est pas suffisante pour assurer qu'il n'y aura pas de condition d'îlotage. C'est pourquoi la protection contre l'îlotage est complète (protection de tension et de fréquence). Tel qu'illustré à la figure 4, pendant l'opération de la centrale, l'installation électrique du client-producteur, présente en tout temps une puissance consommée ou nulle au point de raccordement.



**Figure 4 - Critère de consommation minimale de l'installation de type 3**

### 6.4 Entente sur la puissance de consommation minimale des installations de type 1 et 2

Pour les installations de type 1 et 2, une entente préalable doit être convenue entre le client-producteur et Hydro-Québec afin d'établir une consommation minimale en puissance au point de raccordement. Lorsque la consommation est inférieure à cette valeur, la protection primaire doit être conçue pour déclencher le dispositif de protection de la centrale. La figure 5 illustre le concept de déclenchement pour une puissance minimale de consommation.



**Figure 5 - Concept de déclenchement de la protection directionnelle avec mesure de la puissance au point de raccordement**

## 7 CONFIGURATION DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION D'HYDRO-QUÉBEC

### 7.1 Fréquence du réseau d'Hydro-Québec

La fréquence nominale du réseau électrique d'Hydro-Québec est de 60 Hz. Sa plage de variation normale<sup>4</sup> est de 59,4 Hz à 60,6 Hz.

### 7.2 Réseau de distribution basse tension

Le réseau de distribution basse tension est raccordé au réseau moyenne tension par un transformateur de distribution monophasé ou triphasé appartenant à Hydro-Québec. Ce transformateur possède généralement des enroulements primaire et secondaire raccordés en étoile dont les neutres sont mis directement à la terre. Ce transformateur est protégé par fusible au primaire.

Le réseau basse tension d'Hydro-Québec a un régime du neutre effectivement mis à la terre. Il peut être aérien ou souterrain et il est constitué de lignes de distribution monophasées et triphasées.

Le raccordement d'une centrale au réseau de distribution basse tension peut être monophasé ou triphasé. Il s'effectue à la tension nominale de 120, 240, 347 ou 600 V. Lorsque l'équipement de production présente une tension nominale autre que celles-ci (ex. : 120/208 V ou 277/480 V), l'installation doit être conçue de façon à permettre le raccordement des équipements de production à la tension nominale du réseau de distribution concerné.

<sup>4</sup> Pendant au moins 99 % du temps sur une période d'une semaine. Information disponible dans le document *Caractéristiques et cibles de qualité de la tension fournie par les réseaux moyenne et basse tension d'Hydro-Québec*. Voir l'annexe B pour plus d'informations.

Tel que stipulé au *Règlement 634 sur les conditions de fourniture de l'électricité*, pour la basse tension, Hydro-Québec se conforme à la norme CSA/ACNOR n° CAN3-C235-83 approuvée par le Conseil canadien des normes dont un extrait est présenté au tableau I.

Dans des conditions normales d'exploitation, le taux de déséquilibre de tension de séquence inverse type ( $V_2/V_1$  où  $V_2$  : tension RMS de séquence inverse et  $V_1$  : tension RMS de séquence directe), en régime normal, est inférieur ou égal à 2 %. Ce taux pourrait dépasser 2 % à certains endroits.

**Tableau I**  
**Extrait des limites recommandées**  
**pour les variations de tension au branchement**  
**(point de raccordement) pour les circuits allant jusqu'à 1000 V**  
**(réf. : CAN3-C235-83)**

| Tensions nominales (V) | Limites de variations de tension applicables au point de branchement (V) |                                    |         |         |
|------------------------|--|------------------------------------|---------|---------|
|                        | Conditions marginales d'exploitation                                     |                                    |         |         |
|                        |  | Conditions normales d'exploitation |         |         |
| Monophasé<br>120/240   | 106-212  | 110/220                            | 125/250 | 127/254 |
| Triphasé<br>347/600    | 306/530  | 318/550                            | 360/625 | 367/635 |

### 7.3 Réseau de distribution moyenne tension

Le réseau de distribution moyenne tension d'Hydro-Québec a un régime du neutre effectivement mis à la terre. Il peut être aérien ou souterrain et il est constitué de lignes de distribution monophasées et triphasées.

Dans des conditions normales d'exploitation, la tension du réseau moyenne tension 25 kV d'Hydro-Québec est normalement maintenue entre 115 volts et 125 volts sur une base de 120 volts. Le taux de déséquilibre de tension de séquence inverse type ( $V_2/V_1$  où  $V_2$  : tension RMS de séquence inverse et  $V_1$  : tension RMS de séquence directe), en régime normal, est inférieur ou égal à 2 %. Ce taux pourrait dépasser 2 % à certains endroits.

Les tensions nominales du réseau de distribution moyenne tension d'Hydro-Québec sont présentées dans le règlement 634 sur les conditions de fourniture de l'électricité. Elles sont tel que présenté au tableau II.

**Tableau II**  
**Tensions nominales du réseau de distribution MT**

| Tension nominale<br>ligne-neutre (kV) | Tension nominale<br>ligne-ligne (kV) |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 2,4                                   | 4,16                                 |
| 7,2                                   | 12,47                                |
| 7,6                                   | 13,2                                 |
| 8,0                                   | 13,8                                 |
| 14,4                                  | 24,94                                |
| 20,0                                  | 34,5                                 |

#### 7.4 Point de raccordement

Le point de raccordement sert de point de démarcation pour définir la limite entre le réseau d'Hydro-Québec et celui du client-producteur (voir le règlement 634 sur les conditions de fourniture de l'électricité ou la norme E.21-10 *Norme de fourniture d'électricité en basse tension*).

## 8 EXIGENCES GENERALES

### 8.1 Conception, réalisation et exploitation de l'installations du client-producteur

Les équipements et l'installation du client-producteur doivent être conformes aux codes, normes et règles applicables au Québec. Entre autres, le client-producteur doit s'assurer de la conformité de son installation à la section 84 du *Code de construction du Québec - chapitre V, électricité* (CSA C22.10-04 ou toute version plus récente) ainsi qu'aux normes applicables du *Code de l'électricité, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> parties* (normes CSA des séries C22.2 et C22.3).

Il est de la responsabilité du client-producteur d'identifier et de sélectionner le type d'installation qui lui convient (voir l'article 6) ainsi que d'installer et d'ajuster correctement les fonctions de protection associées.

Les équipements de la centrale devront être installés du côté charge du coffret de branchement du client-producteur ainsi que du côté charge de tout équipement de sectionnement ou de mesurage utilisé par Hydro-Québec, le cas échéant.

Toutes les fonctions de protection de la centrale utilisées pour la protection du réseau ou pour la protection des équipements de la centrale (à l'exception de la protection primaire) doivent être conçues ou réglées pour ne pas s'activer à l'intérieur des zones de déclenchement prohibé décrites aux paragraphes 12.9.2 et 12.9.3.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 15      | de | 49 |

Les éventuels déséquilibres de tension et de courant résultant de certaines conditions d'exploitation et du déséquilibre normal des charges du réseau de distribution peuvent engendrer la circulation d'un courant dans le neutre de la centrale, produisant un échauffement des alternateurs et pouvant mener à un bris de ceux-ci. Le client-producteur doit en tenir compte au moment de la conception de son installation.

## 8.2 Informations à transmettre à Hydro-Québec

Le client-producteur doit transmettre certaines informations à Hydro-Québec afin que celle-ci soit en mesure de réaliser les études requises pour établir les conditions de raccordement de la centrale au réseau de distribution et de permettre le suivi des installations de production raccordées à son réseau. L'annexe C présente des exemples d'éléments pouvant être requis par Hydro-Québec.

## 8.3 Modification de l'installation

Si le client-producteur désire apporter des modifications matérielles ou logicielles (logicielles dans le cas des équipements de type onduleur) à son installation existante, il doit préalablement obtenir l'autorisation écrite d'Hydro-Québec. Pour ce faire, il doit transmettre une demande écrite à Hydro-Québec et joindre à celle-ci les plans complets et à jour de son installation existante, une version révisée ou projetée des spécifications de sa centrale (l'annexe C présente, à titre d'exemple, le type d'informations qui doivent être fournies à Hydro-Québec par le client-producteur) ainsi que le détail des modifications envisagées.

L'application des modifications doit être supervisée et approuvée par du personnel reconnu compétent.

## 8.4 Schémas types de raccordement

Des exemples de schémas unifilaires types de raccordement respectant les exigences de la présente norme sont présentés à l'annexe D. D'autres configurations de raccordement peuvent être acceptables si elles respectent les exigences de la présente norme.

# 9 EXIGENCES RELATIVES A LA TENSION

## 9.1 Fluctuations de tension

Lorsque son installation comporte des équipements susceptibles de produire des fluctuations de tension, le client-producteur doit effectuer les calculs relatifs aux fluctuations de tension à l'aide des données du réseau d'Hydro-Québec au point commun de raccordement. Pour ce faire, Hydro-Québec lui fournit le niveau minimal de court-circuit ainsi que l'emplacement du point commun de raccordement à utiliser pour effectuer les calculs.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 16      | de | 49 |

Le niveau de papillotement au point commun de raccordement, causé par l'installation du client-producteur, doit respecter les limites définies à la norme d'Hydro-Québec C.22.2 *Limites de papillotement applicables à l'abonné*. Les fluctuations de tension devant être prises en compte lors du calcul du papillotement excluent les phénomènes transitoires d'une durée inférieure à 2 périodes de 60 Hz. Ces fluctuations peuvent notamment être causées par la manoeuvre de batteries de condensateurs et par le démarrage et l'arrêt de moteurs ou de génératrices.

Les limites de papillotement de tension admissibles sont établies en fonction de la fréquence des fluctuations. Dans le cas où le client-producteur a plus d'un équipement pouvant provoquer des fluctuations de tension, leurs effets cumulatifs doivent être évalués selon la méthode définie dans le guide technique A.41.2 *Notions et règles du phénomène de papillotement*.

## 9.2 Distorsions harmoniques

Lorsque son installation comporte des équipements susceptibles de produire des harmoniques, le client-producteur doit effectuer les calculs relatifs aux perturbations harmoniques à l'aide des données du réseau d'Hydro-Québec au point commun de raccordement. Les indications précises sur la méthode de calcul à utiliser, de même que les exigences à satisfaire 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*. Cette norme doit être appliquée en tenant compte que certains équipements produisant des harmoniques peuvent se comporter comme des sources de tensions harmoniques.

Lorsque l'une ou l'autre des limites de perturbation harmonique est dépassée, l'installation du client-producteur 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, le client-producteur doit réévaluer les indices précédents pour démontrer qu'il respecte ainsi les limites prescrites avec l'ajout de filtres. Hydro-Québec peut effectuer des mesures en réseau pour s'assurer que l'installation du client-producteur respecte les limites prévues.

Pour les onduleurs, Hydro-Québec considère que les équipements certifiés selon les normes reconnues (CSA C22.2 n° 107.1-01 et UL1741) respectent cette exigence<sup>5</sup>.

## 9.3 Injection de courant continu

Aucune centrale 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 installations munies d'onduleurs.

<sup>5</sup> Pour un onduleur qui n'a pas été certifié selon les normes reconnues, les composantes harmoniques et continue du courant injecté au réseau pourraient ne pas être acceptables. La démonstration du respect des limites établies par Hydro-Québec pourrait être requise.



Hydro-Québec considère que les onduleurs certifiés selon les normes reconnues (CSA C22.2 n 107.1-01 et UL 1741) respectent cette exigence<sup>5</sup>.

#### 9.4 Régulation de tension et facteur de puissance

À moins d'entente avec Hydro-Québec, la centrale ne devra pas participer activement à la régulation de tension. Cependant, Hydro-Québec Distribution pourrait permettre au client-producteur d'utiliser ses équipements de production pour compenser le facteur de puissance de son installation, au point de raccordement. Le facteur de puissance au point de raccordement ne doit pas être surcompensé (capacitif).

### 10 EXIGENCES RELATIVES A L'APPAREILLAGE DE LA CENTRALE

#### 10.1 Régime du neutre

Le réseau moyenne tension et basse tension d'Hydro-Québec a un régime du neutre effectivement mis à la terre. Les transformateurs abaisseurs appartenant aux clients commerciaux et industriels ne sont pas sous la juridiction d'Hydro-Québec et le raccordement des enroulements primaires et secondaires peuvent présenter différentes configurations selon les besoins du client. Les transformateurs de distribution appartenant à Hydro-Québec sont généralement raccordés étoile-étoile avec le neutre du primaire et du secondaire effectivement mis à la terre.

Afin de ne pas générer de surtensions sur le réseau de distribution, en présence d'un défaut phase-terre, le mode de raccordement privilégié par Hydro-Québec est celui où les caractéristiques des appareils de la centrale font en sorte que le régime du neutre, au point de raccordement, soit effectivement mis à la terre et ce, en conditions normales d'exploitation et en conditions de défauts. À moins d'entente avec Hydro-Québec, l'installation du client-producteur doit être conçue de façon à maintenir le régime du neutre privilégié par Hydro-Québec.

Une installation avec un régime du neutre effectivement mis à la terre doit respecter les critères suivants au point de raccordement :

$$X0/X1 \leq 3 \text{ et } R0/X1 < 1$$

où:

X0 : réactance de séquence homopolaire,

X1 : réactance de séquence positive,

R0 : résistance de séquence homopolaire.

Pour un raccordement à basse tension, lorsqu'un client prévoit ajouter des équipements de production à son installation existante, le représentant planification d'Hydro-Québec évaluera si le raccordement du transformateur de distribution est adéquat pour respecter cette exigence.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 18      | de | 49 |

Le raccordement d'une centrale à une installation qui ne respecte pas le régime du neutre privilégié peut être acceptable sous les deux conditions principales suivantes :

- 1- l'installation du client est existante et ne respecte pas le régime du neutre privilégié;
- 2- Hydro-Québec, afin de réduire la contribution de la centrale aux défauts homopolaires, recommande un régime du neutre différent du régime privilégié.

Dans ces deux cas, le risque de surtension sur le réseau de distribution doit faire l'objet d'une étude spécifique. Selon le cas, le client-producteur pourrait soumettre l'étude pour acceptation à Hydro-Québec ou Hydro-Québec pourrait effectuer l'étude pour ses besoins ou à la demande du client.

## 10.2 Transformateurs de puissance du client-producteur

La section qui suit présente les règles relatives à l'utilisation de transformateurs de puissance installés entre l'équipement de production d'électricité et le point de raccordement.

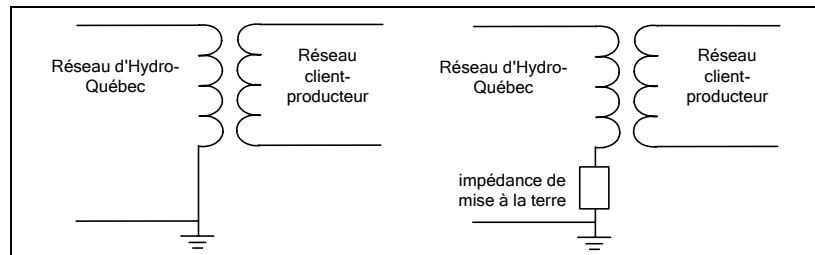
### 10.2.1 Caractéristiques

Pour les installations triphasées, Hydro-Québec recommande l'utilisation de 3 transformateurs monophasés ou d'un transformateur à 5 colonnes. Les transformateurs à colonnes ("core type") possédant trois colonnes raccordées étoile-étoile favorisent le passage des courants homopolaires du réseau. Leur utilisation n'est pas recommandée par Hydro-Québec mais peut être acceptée dans le cas de faibles puissances (l'impédance plus élevée des transformateurs de faible puissance limite la contribution homopolaire).

### 10.2.2 Types de raccordement

À l'exception des transformateurs d'isolation intégrés aux onduleurs, les enroulements de tout transformateur de puissance utilisé entre le point de raccordement et le point de mesure des fonctions de protection de la centrale doivent être raccordés de façon à assurer que le système de protection pourra détecter tout type de défaut pouvant se produire sur le réseau de distribution ou dans l'installation du client-producteur.

Le type de raccordement des transformateurs de la centrale affecte le régime du neutre des équipements de la centrale. Pour que le régime du neutre des équipements de la centrale soit effectivement mis à la terre, l'enroulement primaire des transformateurs doit obligatoirement être mis à la terre de façon directe ou à travers une certaine impédance (voir paragraphe 10.7), tel que présenté à la figure 6.



**Figure 6 - Raccordement de transformateur pour un régime du neutre effectivement mis à la terre**

Lorsque Hydro-Québec accepte ou spécifie que le régime du neutre des équipements de la centrale ne sera pas effectivement mis à la terre (voir paragraphe 10.1), le type de raccordement des transformateurs et équipements de la centrale sera accepté ou déterminé suite à une étude particulière.

### 10.2.3 Raccordement sans transformateur

L'utilisation d'un transformateur entre le point de raccordement et les équipements de production du client-producteur est facultatif si la tension nominale des équipements de production permet un raccordement direct et que le régime du neutre, au point de raccordement, est conforme au régime convenu avec Hydro-Québec (voir paragraphe 10.1). Cependant, le client-producteur doit tenir compte qu'une installation sans transformateur de couplage pourrait subir les inconvénients suivants :

- les équipements de production 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 défaut 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 (dans le cas d'un raccordement en triangle du côté secondaire).

### 10.3 Caractéristiques électriques des appareils basse tension

Hydro-Québec Distribution recommande fortement que le bon fonctionnement des équipements de la centrale (notamment les systèmes de mesure, de commande, de puissance et de protection) ait été validé en fonction des normes d'immunité CSA suivantes :

- CAN/CSA-CEI/IEC 61000-4-2 *Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*. (Niveaux de 2, 4 et 8 kV recommandés) ;

|        |                |    |           |
|--------|----------------|----|-----------|
| numéro | <b>E.12-06</b> |    |           |
| page   | <b>20</b>      | de | <b>49</b> |

- CAN/CSA-CEI/IEC 61000-4-3 *Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques* (Niveau de 35 V/m recommandé) ;
- CAN/CSA-CEI/IEC 61000-4-5 *Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc* (Niveau de 6 kV recommandé) ;
- CAN/CSA-CEI/IEC 61000-4-12 *Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires* (Niveau de 6 kV recommandé).

Le respect des critères de la dernière version des documents suivants est considéré équivalent au respect des normes CSA/CEI précédentes :

- IEEE C37.90.2-2004 *Standard for Withstand Capability of Relay Systems to Radiated Electromagnetic Interference from Transceivers*;

ET

- ANSI/IEEE C62.41-2002 *Recommended Practice for Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits*;

OU

- ANSI/IEEE C37.90.1-2002 *Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Protective Relays and Relay Systems*.

#### **10.4 Caractéristiques électriques des appareils moyenne tension**

Les appareils MT de la centrale doivent présenter les caractéristiques électriques décrites au tableau **II**.

**Tableau II**

**Caractéristiques électriques des appareils moyenne tension**

| Caractéristiques électriques des appareils  | Tension nominale du réseau |             |             |            |                        |
|---|----------------------------|-------------|-------------|------------|------------------------|
|   | 12,47 kV                   | 13,2 kV     | 13,8 kV     | 24,94 kV   | (3)<br>34,5 kV et plus |
| Tension efficace maximale d'exploitation (kV)   | 13,2                       | 13,97       | 14,6        | 26,4       |                        |
| Tension de tenue aux chocs de foudre par rapport à la terre et entre bornes en kV (crête)   | (2)<br>125                 | (2)<br>125  | (2)<br>125  | (1)<br>125 |                        |
| Pouvoir minimal de coupure symétrique sur un court-circuit triphasé (pour disjoncteur et coupe-circuit) en kA                     | (2)<br>12                  | (2)<br>12   | (2)<br>12   | 12         |                        |
| Courant minimal de fermeture asymétrique sur un court-circuit triphasé momentané en kA (crête) avec un facteur d'asymétrie de 2,7 | (2)<br>32,4                | (2)<br>32,4 | (2)<br>32,4 | 32,4       |                        |
| Courant efficace de courte durée 20 cycles (kA)   | (2)<br>12                  | (2)<br>12   | (2)<br>12   | 12         |                        |
| Tension de tenue à fréquence industrielle (1 minute) en kV (phase-terre et entre bornes)  | (2)<br>50                  | (2)<br>50   | (2)<br>50   | 50         |                        |
| Tension assignée des parafoudres en kV (phase-terre)  | 10                         | 10          | 10          | 21         |                        |
| Tension de régime permanent des parafoudres en kV (Uc ou MCOV)  | 8,4                        | 8,4         | 8,4         | 17         |                        |

Notes :

- 1- Cette valeur s'applique également aux transformateurs à sec et à bain d'huile. En ce qui a trait aux appareils de sectionnement à coupure dans l'air, une tension de tenue au choc de foudre de 136,5 kV (125 kV + 10 %) est exigée lorsque les contacts sont ouverts.
- 2- Tout équipement utilisé initialement à une tension d'alimentation inférieure à 24,94 kV doit avoir les mêmes caractéristiques que celui utilisé à 24,94 kV.
- 3- Caractéristiques disponibles sur demande.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 22      | de | 49 |

## 10.5 Point de sectionnement

### 10.5.1 Installation à basse tension

Afin d'assurer la sécurité des intervenants en mesurage, les dispositions prévues à la norme E.21-10 *Norme de fourniture de l'électricité en basse tension* concernant la nécessité de points de coupure en amont et en aval du compteur, lorsque applicables, doivent être respectées.<sup>6</sup>

### 10.5.2 Installation à moyenne tension

Afin d'assurer la sécurité des intervenants en mesurage, les dispositions prévues à la norme F.22-01 *Mesurage de l'électricité en moyenne et en haute tension* concernant la nécessité de points de coupure en amont et en aval du compteur, lorsque applicable, doivent être respectées.

## 10.6 Dispositif de protection (disjoncteur de centrale)

L'installation du client-producteur doit être munie d'un dispositif de protection afin de prévenir les dommages à son installation ou à celles d'Hydro-Québec. Le dispositif de protection sert à isoler simultanément tous les équipements du client-producteur de ceux du réseau de distribution. Il doit être situé en amont (côté réseau) de tout équipement de production du client-producteur et en aval (côté centrale) de tout équipement de mesurage ou de sectionnement requis pour les besoins d'Hydro-Québec Distribution. Le déclenchement ou l'activation du dispositif de protection sera initié par un défaut ou par les différents relais ou fonctions de protection. Son pouvoir de coupure doit être suffisant pour interrompre tout défaut de toute nature situé dans l'installation du client-producteur ou sur le réseau de distribution. Hydro-Québec pourrait accepter que l'installation du client-producteur soit munie de plus d'un dispositif de protection (plus d'un disjoncteur). Les caractéristiques du dispositif de protection doivent être acceptées par Hydro-Québec, sauf dans le cas d'onduleurs certifiés selon des normes reconnues (CSA C22.2 n° 107.1-01 et UL 1741).

## 10.7 Inductance ou résistance dans le neutre

Pour un raccordement avec un régime du neutre effectivement mis à la terre, une inductance ou une résistance dans le neutre du transformateur principal<sup>7</sup> ou dans chaque neutre des alternateurs de la centrale peut s'avérer nécessaire pour diminuer la contribution de celle-ci dans les défauts phase-terre du réseau de distribution et pour réduire le risque de bris aux alternateurs. La valeur de l'impédance est fonction des caractéristiques du réseau d'Hydro-Québec et de l'installation du client-producteur. Elle doit être établie par le client-producteur et approuvée par Hydro-Québec. Sa valeur doit faire en sorte que le régime du neutre au point de raccordement demeure effectivement mis à la terre.

<sup>6</sup> En règle générale, des dispositifs de sectionnement sont requis en amont et en aval du compteur pour les installations à 600 V et plus 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. La norme E.21-10 fournit les précisions sur ces exigences.

<sup>7</sup> Hydro-Québec n'installe pas d'impédance dans le neutre de ses transformateurs de distribution.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 23      | de | 49 |

## 10.8 Condensateurs

Afin d'améliorer le faible facteur de puissance des alternateurs asynchrones, des batteries de condensateurs doivent être intégrées à l'installation du client-producteur.

Les batteries de condensateurs autorisées à la centrale doivent être raccordées à chacune des unités de production (en proportion des unités) de sorte que l'arrêt normal ou forcé d'une unité de production entraîne le déclenchement des condensateurs qui y sont associés pour maintenir un ratio de compensation adéquat.

## 10.9 Services auxiliaires

Les services auxiliaires nécessaires au fonctionnement de la centrale doivent rester fonctionnels en tout temps et ne pas, directement ou indirectement, causer de déclenchement pendant les conditions de variations de tension et de fréquence à l'intérieur des zones de déclenchement prohibé, tel que décrit aux articles 12.9.2 et 12.9.3.

## 10.10 Appareillage de contrôle

### 10.10.1 Régulateur de tension

L'utilisation de régulateurs de tension n'est pas requise par Hydro-Québec Distribution (voir paragraphe 9.4).

### 10.10.2 Régulateurs de vitesse

Lorsqu'un régulateur de vitesse est installé, il doit être mis hors fonction (l'utilisation de la fréquence du réseau pour servir de consigne à l'asservissement de vitesse doit être désactivée) suite à la synchronisation de la centrale au réseau de distribution. L'asservissement de la vitesse par une consigne en puissance est permise et recommandée (voir l'article 10.10.3).

### 10.10.3 Contrôle de puissance de la production

Il est recommandé que l'installation de production dispose d'un contrôle en puissance 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 consommation électrique inférieure au minimum de consommation au point de raccordement fera déclencher la protection de la centrale.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 24      | de | 49 |

#### 10.10.4 Synchronisation de la centrale au réseau de distribution et reprise de la production

Suite à l'activation des protections de la centrale, cette dernière ne doit pas reprendre sa production en parallèle au réseau avant qu'il ne soit stabilisé. De plus, les conditions de charge électrique de l'installation doivent être suffisantes pour permettre la reprise de la production sans initier un déclenchement de la protection primaire.

#### 10.10.5 Alternateurs synchrones

La synchronisation au réseau de distribution doit s'effectuer à l'aide d'un système de vérification de synchronisme d'alternateur (fonction 25). Hydro-Québec ne définit pas les paramètres de synchronisation tels que les degrés d'adéquation de la vitesse du générateur, de l'angle de phase ou de l'amplitude de la tension. Cependant, le niveau de perturbation de la tension au point de raccordement doit respecter la norme C.22.2 (voir paragraphe 9.1).

#### 10.10.6 Alternateurs asynchrones

La synchronisation d'un alternateur asynchrone au réseau d'Hydro-Québec doit s'effectuer lorsque sa vitesse de rotation s'approche de sa vitesse nominale. Comme précédemment, Hydro-Québec ne définit pas le paramètre de synchronisation qui, dans ce cas-ci, est le niveau d'adéquation entre la vitesse de l'alternateur et sa vitesse nominale. Toutefois, le niveau de perturbation de la tension au point commun de raccordement doit respecter la norme C.22.2 (voir paragraphe 9.1). Hydro-Québec pourrait permettre que l'alternateur asynchrone soit accéléré en mode moteur, à la condition que le niveau de perturbation de la tension au point commun de raccordement respecte la norme C.22.2 (voir paragraphe 9.1). De plus, l'appel brusque de courant dû à l'accélération d'un alternateur asynchrone en mode moteur doit respecter les limites prévues au règlement 634, lorsque applicable.

#### 10.10.7 Onduleurs

Hydro-Québec ne définit pas les paramètres de synchronisation pour les onduleurs. Toutefois, le niveau de perturbation de la tension au point de raccordement doit respecter la norme C.22.2 (voir paragraphe 9.1).

## 11 EXIGENCES RELATIVES A LA PROTECTION DES EQUIPEMENTS DE LA CENTRALE

Le client-producteur a la responsabilité de protéger correctement ses équipements. Il doit s'assurer que les systèmes de protection sont en nombre suffisant et en mesure de réaliser les fonctions adéquates pour protéger ses équipements contre tout défaut et toute condition anormale d'opération ou d'exploitation du réseau et de son installation. En effet, certaines conditions d'exploitation du réseau et de l'installation du client-producteur peuvent provoquer des surtensions ou des phénomènes de résonance (ex : auto-excitation de machines, ferrorésonance, résonance sous-synchrone en présence de



|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 25      | de | 49 |

compensation 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 de l'installation du client-producteur.

Aussi, le client-producteur doit protéger correctement ses équipements contre les éventuels déséquilibres de tension et de courant résultant de certaines conditions d'exploitation et du déséquilibre normal des charges du réseau de distribution. Ces déséquilibres peuvent engendrer la circulation d'un courant dans le neutre de la centrale, produisant un échauffement des alternateurs et pouvant mener à un bris des alternateurs.

Les protections servant à protéger l'installation du client-producteur doivent être suffisamment sélectives pour éviter des déclenchements indésirables lors d'événements sévères provoquant des perturbations transitoires affectant la tension, la puissance ou la fréquence sur le réseau de transport ou de distribution. Ainsi, excluant la protection primaire, aucune protection ne doit occasionner directement ou indirectement, de déclenchement de production pour les variations de tension ou de fréquence comprises dans les zones de déclenchement prohibé présentées aux articles 12.9.2 et 12.9.3.

## 12 EXIGENCES RELATIVES A LA PROTECTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION

Le présent article traite des exigences d'Hydro-Québec relatives aux systèmes de protection installés à la centrale pour assurer la protection du réseau de distribution. L'installation du client-producteur doit respecter ces exigences, et pour ce faire, celui-ci doit fournir et installer à l'intérieur de son installation les différents dispositifs de protection exigés. À titre informatif, l'annexe D présente des schémas types de raccordement et de protection des installations.

Les protections doivent être suffisamment sélectives pour éviter des déclenchements indésirables lors d'événements sévères provoquant des perturbations transitoires affectant la tension, la puissance ou la fréquence sur le réseau de transport ou de distribution. Ainsi, aucune protection, à l'exception de la protection primaire, ne doit occasionner, directement ou indirectement, de déclenchement de production pour les variations de tension ou de fréquence comprises dans les zones de déclenchement prohibé présentées aux paragraphes 12.9.2 et 12.9.3.

### 12.1 Arrêt de l'injection de puissance en parallèle au réseau

Afin de prévenir des dommages aux installations du client-producteur et d'Hydro-Québec, la centrale doit cesser sa production en parallèle au réseau de distribution à la suite de tout défaut de toute nature situé dans l'installation du client-producteur ou sur le réseau de distribution. Un dispositif de protection (voir paragraphe 10.6), commandé par les différentes fonctions de protection requises, doit permettre d'atteindre cet objectif. Le pouvoir de coupure du dispositif de protection utilisé doit permettre d'interrompre ces défauts.

La protection doit empêcher la reprise de la production en parallèle au réseau de distribution tant que ce dernier n'est pas stabilisé (voir paragraphe 10.10.4). Elle doit plus particulièrement empêcher la reprise de la production en parallèle au réseau de distribution en l'absence de tension sur ce dernier (voir paragraphe 12.7).

## 12.2 Types de protection

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 défauts et de perturbations pouvant affecter le réseau d'Hydro-Québec. Toute autre protection jugée nécessaire peut être exigée par Hydro-Québec Distribution pour assurer la protection de son réseau.

## 12.3 Protection primaire et contre les défauts du réseau d'Hydro-Québec

Le client-producteur doit prévoir l'ajout d'une protection assurant que son installation de production n'injectera pas de puissance au réseau de distribution en fonctionnement normal et cessera sa production rapidement lors d'un défaut sur le réseau d'Hydro-Québec. Le réglage des protections est présenté au paragraphe 12.9.

### 12.3.1 Installation de type 1

Pour les installations de type 1, une fonction de protection à minimum de courant ou à minimum de puissance (fonction 37) ou une protection directionnelle de puissance (fonction 32) (lorsqu'elle peut être configurée pour assurer un minimum de consommation) doit être intégrée au système de protection. Cette protection est désignée comme étant la protection primaire.

La protection primaire doit être triphasée pour une installation triphasée ou monophasée pour une installation monophasée.

Dans certains cas, l'utilisation d'une protection à minimum de courant ou à minimum de puissance (fonction 37) ou une protection directionnelle de puissance (fonction 32) avec déclenchement rapide pourrait être trop sensible, en fonction des variations de charge de l'installation du client-producteur ou des variations normales de tension sur le réseau de distribution. Dans ce cas, le client-producteur devra réduire sa production ou implanter la logique de protection d'une installation de type 2.

### 12.3.2 Installation de type 2

Pour les installations de type 2, une fonction de protection à minimum de courant ou à minimum de puissance (fonction 37) ou une protection directionnelle de puissance (fonction 32) (lorsqu'elle peut être configurée pour assurer un minimum de consommation) doit être intégrée au système de protection. De plus, une protection directionnelle de surintensité (fonction 67) ou une protection de surintensité (fonctions 50 et 51) doit être intégrée au système de protection. Cette protection est désignée comme étant la protection primaire.

La protection primaire doit être triphasée pour une installation triphasée, ou monophasée pour une installation monophasée.

Dans certains cas, l'utilisation d'une protection directionnelle de puissance (fonction 32 ou 37) avec déclenchement rapide pourrait être trop sensible en fonction des variations de charge de l'installation

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 27      | de | 49 |

du client-producteur ou des variations normales de tension sur le réseau de distribution. Dans ce cas, le client-producteur devra réduire sa production ou implanter la logique de protection d'une installation de type 3.

### 12.3.3 Installation de type 3

Pour les installations de type 3, une fonction de protection directionnelle de puissance (fonction 32) associée à une protection directionnelle de surintensité (fonction 67) ou à une protection de surintensité (fonctions 50 et 51) doit être intégrée au système de protection. Cette protection est désignée comme étant la protection primaire.

La protection primaire doit être triphasée pour une installation triphasée, ou monophasée pour une installation monophasée.

Dans certains cas, l'utilisation de la protection directionnelle de puissance (fonction 32) avec déclenchement rapide pourrait être trop sensible en fonction des variations de charge de l'installation du client-producteur ou des variations normales de tension sur le réseau de distribution. Dans ce cas, le client-producteur devra réduire sa production ou implanter la logique de protection d'une installation de production, telle que présentée à la norme E.12-01, E.12-05 ou E.12-07, en fonction des caractéristiques de son installation.

## 12.4 Protection de réserve et contre l'îlotage

### 12.4.1 Installation de type 1 et installation de type 2

Pour les installations de type 1 et 2, une protection de sous-tension est exigée (fonction 27). Elle sert à assurer la relève de la protection primaire et le respect de l'objectif du paragraphe 12.7. La mesure de tension pour la protection doit être effectuée sur chacune des phases raccordées phase-terre.

### 12.4.2 Installation de type 3

Pour les installations de type 3, une protection complète contre l'îlotage est requise. Elle sert aussi à assurer la relève de la protection primaire. Elle consiste en une protection de sous-tension (fonction 27), de surtension (fonction 59), de sous-fréquence (fonction 81U) et de surfréquence (fonction 81O). La mesure de tension pour la protection de tension doit être effectuée sur chacune des phases (raccordées phase-terre) alors que la mesure de tension nécessaire à la fonction de protection de fréquence peut être installée sur une seule phase.

## 12.5 Modèles de relais

Les modèles de 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

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 28      | de | 49 |

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* est utilisée pour qualifier les relais faisant partie de cette liste.

L'utilisation de fonctions de protection intégrées aux onduleurs est permise si l'onduleur a été certifié selon des normes reconnues par Hydro-Québec (CSA C22.2 n° 107.1-01 et UL 1741).

## 12.6 Alimentation des relais

Pour les centrales de plus de 300 kW, l'alimentation des relais discrets doit s'effectuer à partir d'un service auxiliaire en courant continu comprenant des batteries d'accumulateurs reliées en parallèle avec un chargeur. L'utilisation d'une alimentation statique sans coupure (communément appelée UPS) est permise pour alimenter les relais en courant alternatif. L'alimentation des relais en courant continu ou en courant alternatif doit disposer d'une autonomie minimale de 15 minutes. La perte d'un ou de plusieurs circuits de déclenchement des systèmes de protection qui sont raccordés au dispositif de protection servant à la protection du réseau doit provoquer le déclenchement de celui-ci sans temporisation.

Pour les centrales de 300 kW et moins, d'autres méthodes ou systèmes peuvent être acceptés par Hydro-Québec si le client-producteur lui démontre que le dysfonctionnement de l'alimentation du système de protection de la centrale déclenchera le dispositif de protection de la centrale sans temporisation.

Pour les onduleurs certifiés selon les normes reconnues par Hydro-Québec, le mode d'alimentation des systèmes de protection spécifié par le fabricant est accepté.

## 12.7 Conditionnement de la fermeture du dispositif de protection de la centrale

Afin d'assurer la sécurité des employés d'Hydro-Québec et du public en général, la centrale, 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 discrets, afin d'éviter la fermeture accidentelle du dispositif de protection de la centrale en l'absence de tension sur le réseau de distribution, les contacts (normalement fermés) des relais de sous-tension (fonction 27) doivent être insérés en série dans le circuit d'enclenchement du dispositif de protection.

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 dispositif de protection doit être désactivé ou condamné de façon permanente.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 29      | de | 49 |

Pour les centrales utilisant un onduleur certifié selon la norme CSA C22.2 n° 107.1-01 ou UL 1741, la certification de l'équipement a permis de vérifier que l'intention de ce paragraphe était respectée.

## 12.8 Transformateurs d'instrumentation pour la protection

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

- ils ne doivent pas être affectés à d'autres usages que la protection. Cependant, l'utilisation de transformateurs de tension à double 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 de distribution de même que les circuits à l'usage du client-producteur doivent tous être protégés en surintensité par des fusibles indépendants;
- un transformateur de tension par phase est nécessaire. Les transformateurs de tension doivent être raccordés phase-terre le plus près possible du point de raccordement;
- un transformateur de courant par phase est nécessaire.

Pour une centrale monophasée, les mesures doivent être prises sur la phase à laquelle est raccordée l'unité de production. Pour une centrale triphasée, les mesures (dont les mesures nécessaires à la protection directionnelle de puissance) doivent être prises sur les trois phases.

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

Pour un raccordement MT, les transformateurs d'instrumentation pourraient être branchés du côté BT ou MT du transformateur de puissance, sur approbation d'Hydro-Québec Distribution.

## 12.9 Coordination et réglage des protections

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 de distribution.

### 12.9.1 Règles de la protection primaire

La protection primaire doit être ajustée de façon à rapidement détecter tout défaut et déclencher le dispositif de protection de la centrale. Elle doit aussi être ajustée de façon à détecter le non-respect de l'exigence de consommation de puissance minimale, le cas échéant. Les paramètres de réglage des protections de puissance et de surintensité doivent être précisés par le client-producteur et approuvés par Hydro-Québec.

Une protection primaire se déclenchant intempestivement et à répétition peut être le signe que l'application du mode "sans injection" tel que présenté dans cette norme n'est pas adéquate. Dans ce

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 30      | de | 49 |

cas, le client-producteur devra respecter les exigences de la norme E.12-05, E.12-07 ou de la norme E.12-01, en fonction de la tension au point de raccordement, de la puissance de sa centrale et de la technologie utilisée pour la production.

#### A) Installation de type 1

Pour une installation de type 1 **avec utilisation d'alternateurs**, la protection primaire (fonction 32 ou 37) doit être ajustée pour assurer, au point de raccordement, une consommation minimale équivalent à deux fois la puissance nominale de la centrale. Par exemple, pour une installation de production ayant une puissance nominale de 100 kW, la protection doit assurer une consommation nette, pendant la production, de 200 kW. En règle générale, la durée associée au déclenchement pour ce type de protection est généralement de l'ordre de 1 ou 2 secondes.

Pour une installation de type 1 **avec utilisation d'onduleurs**, la protection primaire (fonction 32 ou 37) doit être ajustée pour assurer, au point de raccordement, une consommation minimale équivalent à la puissance nominale de la centrale. Par exemple, pour une installation de production ayant une puissance nominale de 100 kW, la protection doit assurer une consommation nette, pendant la production, de 100 kW au point de raccordement. En règle générale, la durée associée au déclenchement pour ce type de protection est généralement de l'ordre de 1 ou 2 secondes.

L'annexe A fournit des explications complémentaires pour les installations de type 1.

#### B) Installation de type 2

Pour une installation de type 2, la protection primaire de puissance (fonction 32 ou 37) doit être ajustée pour assurer, au point de raccordement, une consommation minimale en puissance. Ce minimum est établi en fonction de la précision du système de mesure de puissance utilisé pour la protection (incluant les transformateurs de mesure, la précision des relais ou des fonctions de protection intégrées) et doit inclure un facteur de sécurité. Cette valeur minimale doit assurer que la puissance ne sera pas injectée au réseau de distribution. En règle générale, un ajustement acceptable est une consommation minimale équivalente à 5 % de la valeur nominale de la centrale. Donc, par exemple, pour une unité de production d'une puissance nominale de 100 kW, la fonction de protection pourrait être ajustée pour déclencher lorsque la consommation de l'installation du client-producteur est inférieure à 5 kW si la précision du système de mesure et de protection le permet. La durée associée au déclenchement pour ce type de protection est généralement de l'ordre de 1 ou 2 secondes.

La protection directionnelle de surintensité (fonction 67) ou la protection de surintensité (fonctions 50 et 51) doit être ajustée pour assurer le déclenchement rapide du dispositif de protection lors d'un défaut sur le réseau de distribution. La protection de surintensité peut être remplacée par une protection fusible, sur approbation d'Hydro-Québec Distribution, auquel cas, il pourrait être nécessaire d'ajouter une protection de courant de séquence inverse (fonction 46) pour détecter les ouvertures de phase.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 31      | de | 49 |

### C) Installation de type 3

Pour une installation de type 3, la protection primaire de puissance (fonction 32) doit être ajustée pour déclencher le dispositif de protection de la centrale dès que la puissance est transitée vers le réseau de distribution. La valeur utilisée est donc la valeur minimale permise par le système de protection (relais ou fonction de protection intégrée). La durée associée au déclenchement pour ce type de protection doit correspondre à la durée minimale pouvant être configurée par le système de protection (relais ou fonction de protection intégrée)<sup>8</sup>.

La protection directionnelle de surintensité (fonction 67) ou la protection de surintensité (fonctions 50 et 51) doit être ajustée pour assurer le déclenchement rapide du dispositif de protection lors d'un défaut sur le réseau de distribution. La protection de surintensité peut être remplacée par une protection fusible, sur approbation d'Hydro-Québec Distribution, auquel cas, il pourrait être nécessaire d'ajouter une protection de courant de séquence inverse (fonction 46) pour détecter les ouvertures de phase.

#### 12.9.2 Règles de protection de fréquence

Lorsque requise, la protection de fréquence doit respecter les seuils de déclenchement présentés au tableau III et à la figure 7. Tous les seuils peuvent ne pas être exigés, selon le cas.

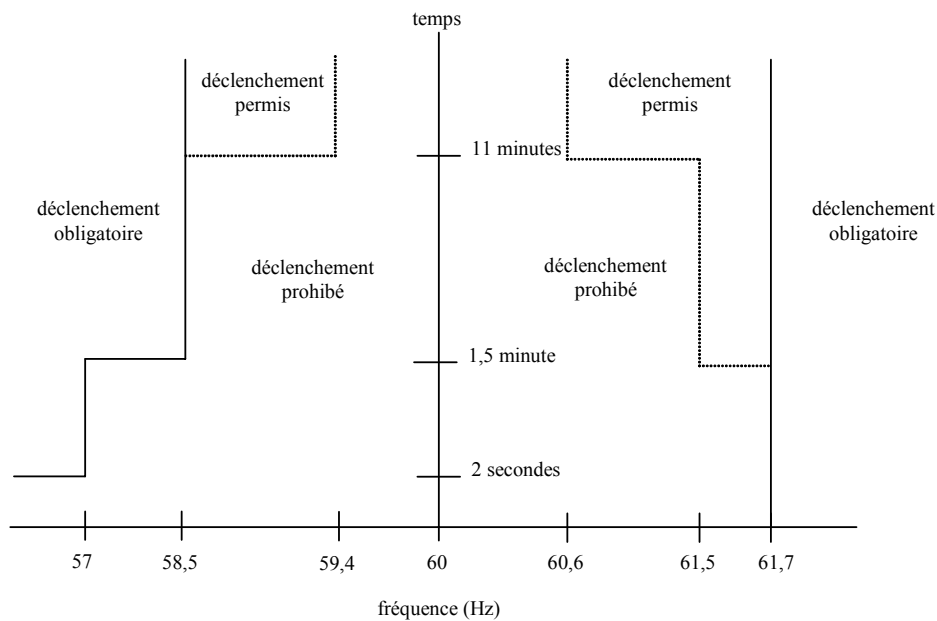
Dans le cas des onduleurs certifiés selon les normes CSA C22.2 n° 107.1-01 et UL 1741, il pourrait ne pas être possible d'ajuster les protections de fréquence aux valeurs exigées par Hydro-Québec (voir annexe B). Dans ce cas, le représentant d'Hydro-Québec pourrait accepter des ajustements différents. Les réglages devront être ajustés à des valeurs le plus près possible des réglages exigés par Hydro-Québec.

---

<sup>8</sup> Hydro-Québec pourrait accepter qu'un délai soit associé à l'ajustement de la protection directionnelle en puissance si cette protection est requise pour des raisons commerciales et non techniques et si la centrale intègre l'ensemble des protections requises pour les centrales avec injection au réseau (normes E.12-01, E.12-05 ou E.12-07, selon les caractéristiques de l'installation) et plus particulièrement les protections en surintensité.

**Tableau III**  
**Réglages de la protection de fréquence**

| Fréquence   | Durée de la condition avant déclenchement |
|---|---|
| $f < 57 \text{ Hz}$   | 2 secondes                                |
| $57 \text{ Hz} \leq f \leq 58,5 \text{ Hz}$                     | 1,5 minute                                |
| $58,5 \text{ Hz} < f < 59,4 \text{ Hz}$                         | 11 minutes<br>(déclenchement permis)      |
| <b><math>59,4 \text{ Hz} \leq f \leq 60,6 \text{ Hz}</math></b> | <b>Déclenchement prohibé</b>              |
| $60,6 \text{ Hz} < f \leq 61,5 \text{ Hz}$                      | 11 minutes<br>(déclenchement permis)      |
| $61,5 \text{ Hz} < f \leq 61,7 \text{ Hz}$                      | 1,5 minute<br>(déclenchement permis)      |
| $f > 61,7 \text{ Hz}$   | instantané                                |



**Figure 7 - Réglages de la protection de fréquence**



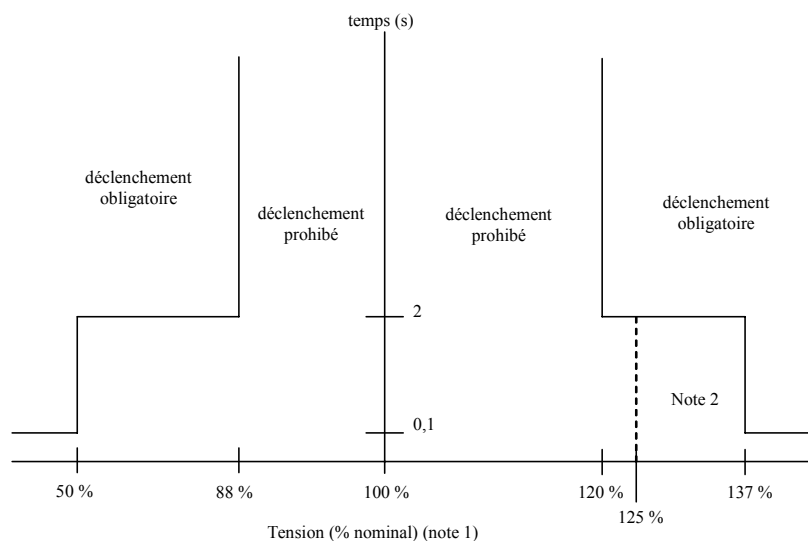
En raison du point de déclenchement à 2 secondes, s'il est démontré que la centrale risque de provoquer une condition d'îlotage (la probabilité est toujours très faible compte tenu du mode d'opération des centrales couvertes par cette norme, de la présence possible d'autres charges sur le réseau îloté en question, de la protection directionnelle de puissance et de l'exigence d'absence de régulation de vitesse), le représentant planification d'Hydro-Québec doit s'assurer que le premier temps de réenclenchement du disjoncteur de ligne ou de poste est ajusté à au moins 5 secondes si sa refermeture n'a pas été conditionnée à l'absence de tension.

### 12.9.3 Règles de protection de tension

Lorsque requise, la protection de tension doit respecter les seuils de déclenchement présentés au tableau IV et à la figure 8.

**Tableau IV**  
**Réglages de la protection de tension**

| Amplitude<br>(% de tension nominale)<br>(voir note 1) | Durée                        |
|---|------------------------------|
| $V < 50 \%$   | 0,1 seconde                  |
| $50 \% \leq V < 88 \%$                                | 2 secondes                   |
| <b><math>88 \% \leq V \leq 120 \%</math></b>          | <b>déclenchement prohibé</b> |
| $120 \% < V \leq 137 \%$<br>(voir note 2)             | 2 secondes                   |
| $V \geq 137 \%$                                       | 0,1 seconde                  |



**Figure 8 - Réglages de la protection de tension**

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 34      | de | 49 |

Notes:

1- L'amplitude représente la tension de composante directe à la fréquence fondamentale en pourcentage de la tension nominale du réseau où se raccorde la centrale :

- pour un raccordement BT : la tension nominale est présentée au tableau I ; pour un raccordement MT : la tension nominale est présentée au tableau II.
- Les installations utilisant de l'électronique de puissance pour le raccordement (onduleurs, éoliennes à alimentation double) doivent demeurer en fonctionnement dans toute la gamme de tensions sauf pour les tensions supérieures à 125 %, où un blocage temporaire est accepté.

#### 12.9.4 Disponibilité de la fonction chien de garde ("watchdog")

Si un relais de protection utilisé dispose d'une fonction de vérification d'état de fonctionnement de type chien de garde ("watchdog"), cette fonction doit être utilisée dans les conditions de déclenchement du dispositif de protection de la centrale selon la logique suivante :

- lors de l'utilisation d'un seul relais pour une fonction de protection requise par Hydro-Québec, un signal de dysfonction du chien de garde de ce relais doit déclencher sans délai le dispositif de protection de la centrale;
- 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 dispositif de protection de la centrale. Cependant, un signal de dysfonctionnement provenant des deux relais indépendants doit déclencher sans délai le dispositif de protection de la centrale.

#### 12.9.5 Protections supplémentaires à la centrale

Toute autre protection jugée nécessaire peut être exigée par Hydro-Québec Distribution.

Notamment, le raccordement au réseau par un régime du neutre qui n'est pas effectivement mis à la terre peut nécessiter l'utilisation d'une protection de surtension instantanée de terre (fonction 59G).

De plus, la présence de protections fusibles entre l'équipement de production et le réseau moyenne tension peut nécessiter l'utilisation d'une protection de courant à séquence inverse (fonction 46) afin de détecter les ouvertures de phase.

### 12.10 Étude de protection

Sauf avis contraire d'Hydro-Québec, le client-producteur doit lui remettre une étude de protection de son installation approuvée par un ingénieur. À titre d'exemple, l'annexe E de la présente norme énumère certains éléments qui peuvent être requis dans l'étude de protection.

La mise en service de la centrale ne peut être autorisée tant qu'Hydro-Québec et le client-producteur ne se sont pas entendus sur l'acceptation de l'étude de protection. Afin de réaliser cette étude de protection, Hydro-Québec fournit, à la demande du client-producteur, les données requises.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 35      | de | 49 |

### 12.11 Scellement des protections

Aucune modification des réglages des protections ne doit être effectuée sans l'autorisation écrite d'Hydro-Québec. Le scellage par mot de passe est accepté par Hydro-Québec. L'accessibilité aux réglages des protections doit être limitée au personnel reconnu compétent.

## 13 PRODUCTION EN MODE ÎLOTÉ

Hydro-Québec ne permet pas la production en mode îloté sur les charges autres que celles du client-producteur pour les installations visées par cette norme (voir article 14).

La protection primaire des installations de type 1 et 2 rend impossible la production en mode îloté sur les charges raccordées au réseau de distribution.

Pour les installations de type 3, la protection contre l'îlotage est comparable aux installations de production avec injection de puissance. Dans certains cas, des protections supplémentaires peuvent être exigées.

## 14 PRODUCTION EN URGENCE

Le client-producteur peut alimenter ses propres charges en urgence. Pour ce faire, son équipement de production doit être déconnecté du réseau de distribution et son installation doit être dotée d'un appareil de commutation à commande manuelle ou automatique autorisé par Hydro-Québec (règlement 634<sup>9</sup>). Cet appareil permet d'assurer l'incapacité de la centrale de produire en urgence et alimenter le réseau de distribution lorsque ce dernier est hors tension.

## 15 INSPECTION DE L'INSTALLATION

Sauf avis contraire d'Hydro-Québec, avant ou au moment d'effectuer la mise en service des équipements de production de la centrale, de même que suite à la modification de l'installation de production du client-producteur, une inspection de la centrale ainsi qu'un essai de vérification seront effectués par ou en présence d'un représentant d'Hydro-Québec.

## 16 MAINTENANCE

Le client-producteur doit assurer la maintenance et la vérification périodiques de ses relais, systèmes de protection et automatismes selon la norme E.12-03 lorsque applicable. Une procédure de maintenance et de vérification, incluant la fréquence d'exécution, devra être transmise pour acceptation à Hydro-

<sup>9</sup> Au moment de la rédaction de cette norme, il s'agissait de l'article 70 du Règlement 634.

Québec. Un suivi écrit de la maintenance devra être effectué par le client-producteur. Ce suivi doit être mis à la disposition d'Hydro-Québec sur demande.

## **17 RESPONSABLE DE L'IMPLANTATION**

Le chef Orientations du réseau est responsable de l'implantation de la présente norme.

## **18 RESPONSABLE DE L'APPLICATION**

Le chef Plan du réseau et les chefs Plan de réseau en territoires sont responsables de l'application de la présente norme.

|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 37      | de | 49 |

## ANNEXE A

### Explications complémentaires sur l'installation de type 1

Pour les installations de type 1, le nombre de fonctions de protection exigées est minimal. Ceci s'explique par le fait les règles mises en place assurent que les équipements de production seront surchargés et cesseront donc rapidement leur production suite à une condition d'îlotage ou lors d'un défaut dans l'installation du client-producteur ou du réseau de distribution.

#### 1. Onduleurs

Les onduleurs présentent une faible capacité de court-circuit ainsi qu'une faible capacité de surcharge. Les composants d'électronique de puissance sont dimensionnés en fonction de la capacité nominale et un surcoût important est requis pour surdimensionner ces composants. En général, leur surcapacité est rarement supérieure à 150 % pour une période de temps très courte. C'est pourquoi une surcharge de 200 % est réputée être suffisante pour surcharger ce type d'équipement.

#### 2. Alternateurs synchrones et alternateurs asynchrones avec possibilité d'auto-excitation

Ces équipements de production seront surchargés lorsque la charge alimentée est égale ou supérieure à trois fois la capacité nominale de l'unité de production.

Note : La probabilité d'auto-excitation est considérée très faible lorsque la compensation réactive locale (dans l'îlot, en kVAR et en supplément de la charge réactive présente) est inférieure à 30 % de la capacité nominale de l'unité (en kW)<sup>10</sup>.

#### 3. Alternateurs asynchrones sans possibilité d'auto-excitation

Pour les critères de surcharge, ces équipements peuvent être traités comme des onduleurs certifiés. Ils nécessitent un apport de puissance réactive en provenance du réseau de distribution. Lors d'un défaut ou de condition d'îlotage, l'alternateur n'a plus la compensation réactive nécessaire en provenance du réseau et cesse sa production rapidement.

<sup>10</sup> Références :

[http://www.wmeco.com/wmecocommon/pdf/ir\\_dg\\_wmeco4.pdf](http://www.wmeco.com/wmecocommon/pdf/ir_dg_wmeco4.pdf) ;

[http://dg.raabassociates.org/Articles/Appendix3\\_Nav.doc](http://dg.raabassociates.org/Articles/Appendix3_Nav.doc) ;

[https://www.nationalgridus.com/narragansett/non\\_html/interconnection\\_generation.pdf](https://www.nationalgridus.com/narragansett/non_html/interconnection_generation.pdf) ;

[http://services.unitil.com/content/pdf/tariff/e\\_dte134.pdf](http://services.unitil.com/content/pdf/tariff/e_dte134.pdf).

## ANNEXE B

### Particularités de la fréquence du réseau d'Hydro-Québec

La présente norme inclut l'utilisation d'onduleurs certifiés selon la section 15 de la norme CSA C22.2 n° 107.1-01. Au moment de la rédaction de la présente norme, les onduleurs certifiés selon cette norme CSA doivent déclencher aux seuils de fréquence présentés au tableau suivant:

#### Seuils de déclenchement de fréquence (réf.: section 15 de la norme CSA C22.2 n° 107.1-01)

| Fréquence             | Nombre maximal de cycles de 60 Hz avant déclenchement |
|-----------------------|---|
| $f < 59,5 \text{ Hz}$ | 6   |
| $f > 60,5 \text{ Hz}$ | 6   |

Cette exigence signifie que l'onduleur certifié cessera sa production électrique dès que la fréquence électrique mesurée sera soit :

- inférieure à 59,5 Hz pour une durée maximale de 0,1 seconde;
- supérieure à 60,5 Hz pour une durée maximale de 0,1 seconde.

De plus, l'onduleur s'assurera que la fréquence mesurée soit entre 59,5 Hz et 60,5 Hz pour une période minimale de 5 minutes avant de reprendre son injection de puissance au réseau de distribution.

Le réseau électrique principal d'Hydro-Québec présente certaines différences par rapport à la grande majorité des réseaux nord-américains. En effet, il n'est pas interconnecté aux réseaux voisins par des liens synchrones et est majoritairement alimenté par des centrales hydrauliques. Ces deux caractéristiques font en sorte que sa fréquence (nominale à 60 Hz) varie normalement de  $\pm 1 \%$  (soit de 59,4 Hz à 60,6 Hz). Plus d'informations sont disponibles dans le document *Caractéristiques et cibles de qualité de la tension fournie par les réseaux moyenne et basse tension d'Hydro-Québec*. En moyenne, près de 12 événements par année font en sorte que la fréquence du réseau atteigne une valeur comprise entre 59,5 Hz et 59 Hz. De plus, de un à deux événements par année font en sorte que la fréquence du réseau atteigne une valeur comprise entre 60,5 Hz et 61 Hz.

Cette particularité fait en sorte que ces équipements, en utilisant les seuils de déclenchement prévus par la norme CSA, sont plus sensibles lorsqu'ils sont raccordés au réseau d'Hydro-Québec que s'ils étaient raccordés à un autre réseau. Les équipements de production pourront présenter des déclenchements plus fréquents en sous-fréquence ("under frequency") ou surfréquence ("over frequency"). Ces déclenchements intempestifs ne sont ni nécessaires ni souhaitables pour l'utilisation d'équipement de production raccordé au réseau d'Hydro-Québec.

directive  norme  méthode

corporative  sectorielle

|        |                |    |           |
|--------|----------------|----|-----------|
| numéro | <b>E.12-06</b> |    |           |
| page   | <b>39</b>      | de | <b>49</b> |

Pour Hydro-Québec, qui a la responsabilité d'assurer la stabilité de son réseau, il est nécessaire que les seuils de déclenchement en fréquence soient réglés à des seuils suffisamment éloignés de la fréquence nominale. Ceci permet de limiter les déclenchements de centrale et donc les variations de la puissance injectée à son réseau, pendant son fonctionnement normal. Cependant, ces seuils ne doivent pas non plus être réglés à des seuils trop éloignés de la fréquence nominale pour assurer la sécurité de ses employés et du public en général.

Hydro-Québec œuvre au sein des organismes nationaux de normalisation afin de faire reconnaître la particularité du réseau québécois et assurer la disponibilité, à moyen terme, d'équipements compatibles avec son réseau.

directive  norme  méthode

corporative  sectorielle

|        |                |    |           |
|--------|----------------|----|-----------|
| numéro | <b>E.12-06</b> |    |           |
| page   | <b>40</b>      | de | <b>49</b> |

## ANNEXE C

**Exemple d'informations à transmettre à Hydro-Québec  
lors de la demande d'autorisation de raccordement  
d'un appareillage de production d'électricité**



1. Nom, prénom du client

|  |
|--|
|  |
|--|

2. Adresse civique du client

|                  |  |
|------------------|--|
| N° civique, app. |  |
| Rue              |  |
| Ville            |  |
| Code postal      |  |

3. Numéro de téléphone du client :

Au travail : \_\_\_\_\_ Résidence : \_\_\_\_\_

4. Adresse civique de l'appareillage de production d'électricité (si différente de l'adresse civique du client)

|                  |  |
|------------------|--|
| N° civique, app. |  |
| Rue              |  |
| Ville            |  |
| Code postal      |  |

5. Brève description du site et du projet

|  |
|--|
|  |
|--|

6. Particularités du projet (protections supplémentaires, consignes spécifiques, etc.)

|  |
|--|
|  |
|--|

7. Date de mise en service prévue

|             |  |
|-------------|--|
| Date prévue |  |
|-------------|--|

8. Schéma de localisation des équipements de production

Fournir un schéma de localisation des différents équipements de production

9. Consommation minimale du client (si disponible)

Le client doit fournir un profil de consommation minimal avant l'intégration de sa centrale.

10. Type d'installation (voir article 6 de la norme E.12-06)

- Installation de type 1 (par. 6.1)  
 Installation de type 2 (par. 6.2)  
 Installation de type 3 (par. 6.3)

11. Informations générales sur les équipements de production

| Technologie | Alternateur synchrone | Alternateur asynchrone | Onduleur |
|-------------|-----------------------|------------------------|----------|
| Nombre      |                       |                        |          |

a. Alternateurs synchrones (*remplir pour chaque unité*)

| Paramètres  | Données |
|---|---------|
| Fabricant   |         |
| Modèle  |         |
| Puissance nominale (kVA)                                  |         |
| Tension nominale c. a.<br>(120, 240, 347, 600, autre) (V) |         |
| Nombre de phases (monophasé ou triphasé)                  |         |
| Facteur de puissance nominal                              |         |

b. Alternateurs asynchrones (*remplir pour chaque unité*)

| Paramètres   | Données |
|--|---------|
| Fabricant  |         |
| Modèle   |         |
| Puissance nominale (kVA)                               |         |
| Tension nominale c. a. (120, 240, 347, 600, autre) (V) |         |
| Nombre de phases (monophasé ou triphasé)               |         |
| Facteur de puissance nominal :                         |         |
| 100 % de puissance nominale                            |         |
| 75 % de puissance nominale                             |         |
| 50 % de puissance nominale                             |         |

c. Onduleur (*remplir pour chaque unité*)

| Paramètres   | Données          |                                     |
|--|------------------|-------------------------------------|
| Fabricant  |                  |                                     |
| Modèle   |                  |                                     |
| Version du microcode ("firmware")  |                  |                                     |
| Source d'énergie (solaire, gaz naturel, biomasse, etc.)  |                  |                                     |
| Puissance active nominale de l'onduleur (kW)   |                  |                                     |
| Nombre de phases (monophasé/triphasé)  |                  |                                     |
| Tension nominale c.a. (120, 240, 347, 600, autre) (V)  |                  |                                     |
| Facteur de puissance nominal:  |                  |                                     |
| à 100 % de puissance nominale  |                  |                                     |
| Ajustable ? (oui ou non)   |                  |                                     |
| Si ajustable, plage de variation possible  |                  |                                     |
| Seuils de déclenchement ajustables? (oui ou non)   |                  |                                     |
| <i>Remplir si les seuils de déclenchement sont ajustables</i>                                    | <b>Amplitude</b> | <b>Durée<br/>(cycles, secondes)</b> |
| Amplitude minimale pour la fonction de sous-tension (fonction 27)                                | V                |                                     |
| Amplitude maximale pour la fonction de surtension (fonction 59)                                  | V                |                                     |
| Fréquence minimale d'ajustement pour la fonction de sous-fréquence (fonction 81U)                | Hz               |                                     |
| Fréquence maximale d'ajustement pour la fonction de surfréquence (fonction 81O)                  | Hz               |                                     |
| Certifié selon la section 15 de la norme CSA C22.2 n° 107.1-01 (oui ou non)*                     |                  |                                     |
| Version du microcode («firmware») au moment de la certification à la norme CSA C22.2 n° 107.1-01 |                  |                                     |
| Certifié UL 1741 (oui ou non)*   |                  |                                     |

\*Fournir les preuves de certification de même que toute autre certification disponible.

### 12. Mode d'exploitation des équipements de production

- Suivi de charge («load following»)  
 Écrêtage de pointe («peak shaving»)  
 Autre : \_\_\_\_\_

### 13. Transformateurs

Lorsque des transformateurs sont utilisés entre l'équipement de production et le point de raccordement, les informations suivantes doivent être fournies à Hydro-Québec pour chaque transformateur:

- Puissance et tension nominales  
 Raccordement des enroulements primaire et secondaire

### 14. Profil annuel de production envisagé

Valeurs mensuelles moyennes de puissance produite évaluées pour une année type (kW):

|          |          |          |          |            |          |
|----------|----------|----------|----------|------------|----------|
| janvier: | _____ kW | mai:     | _____ kW | septembre: | _____ kW |
| février: | _____ kW | juin:    | _____ kW | octobre:   | _____ kW |
| mars:    | _____ kW | juillet: | _____ kW | novembre:  | _____ kW |
| avril:   | _____ kW | août:    | _____ kW | décembre:  | _____ kW |

### 15. Schéma unifilaire de l'installation envisagée

- Fournir un schéma de principe de la centrale. Lorsque applicables, la connexion des enroulements des transformateurs de puissance ainsi que le raccordement du commutateur nécessaire à l'utilisation en mode d'urgence (mode autonome, déconnecté du réseau de distribution) doivent être inclus dans ce schéma.

### 16. Schéma de commande et de protection

- Fournir un schéma de commande et de protection

### 17. Production prévue en mode d'urgence

- Oui. Fournir les spécifications techniques de l'équipement de commutation à commande manuelle ou automatique (Règlement 634).  
 Non

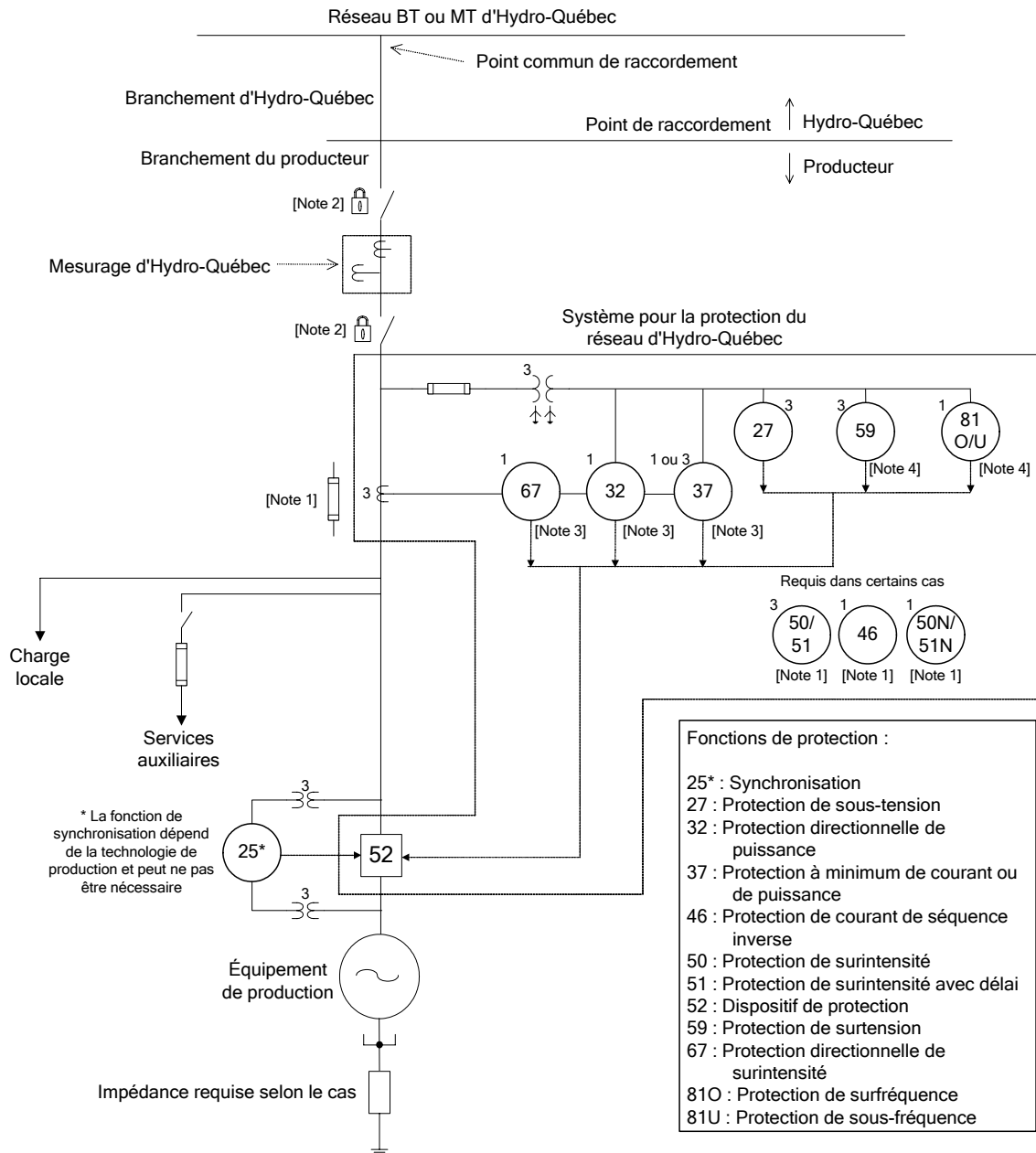
directive  norme  méthode

corporative  sectorielle

|        |                |    |           |
|--------|----------------|----|-----------|
| numéro | <b>E.12-06</b> |    |           |
| page   | <b>45</b>      | de | <b>49</b> |

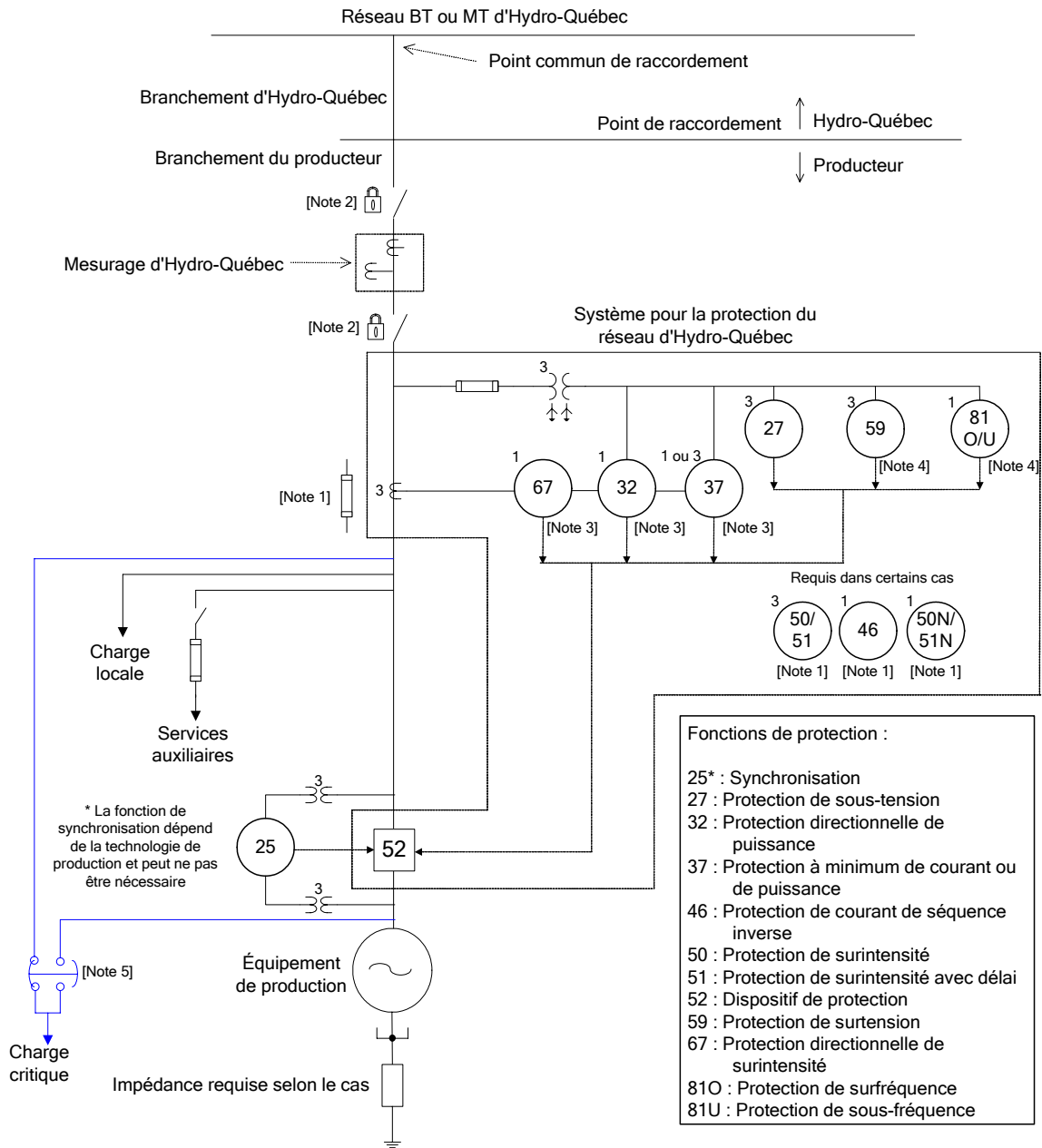
## ANNEXE D

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



Note 1 : La fonction de protection de surintensité 67 ou 50/51 (50/51N) peut être remplacée par des fusibles, sur approbation d'Hydro-Québec. Lors de l'utilisation de fusibles et afin de protéger contre une ouverture de phase, il peut être nécessaire d'utiliser une fonction 46.  
 Note 2 : Tel que requis par la norme E.21-10 pour la basse tension ou la F.22-01 pour la moyenne tension.  
 Note 3 : L'utilisation des fonctions 32, 37 et 67 dépend du type d'installation.  
 Note 4 : Certaines de ces fonctions de protection peuvent ne pas être requises.

**Figure D.1 - Schéma type de raccordement d'une centrale triphasée sans injection de puissance au réseau**



Note 1 : La fonction de protection de surintensité 67 ou 50/51 (50/51N) peut être remplacée par des fusibles, sur approbation d'Hydro-Québec. Lors de l'utilisation de fusibles et afin de protéger contre une ouverture de phase, il peut être nécessaire d'utiliser une fonction 46.

Note 2 : Tel que requis par la norme E.21-10 pour la basse tension ou la F.22-01 pour la moyenne tension.

Note 3 : L'utilisation des fonction 32, 37 et 67 dépend du type d'installation.

Note 4 : Certaines de ces fonctions de protection peuvent ne pas être requises.

Note 5 : Règlement 634, article 70.

**Figure D.2 - Schéma type de raccordement d'une centrale triphasée sans injection de puissance au réseau, avec mode d'urgence**

## ANNEXE E

### Exemple du contenu de l'étude de protection du client-producteur

À moins d'avis contraire d'Hydro-Québec, le client-producteur doit remettre à Hydro-Québec une étude de protection approuvée par un ingénieur contenant les informations spécifiées dans la présente annexe. Ainsi, Hydro-Québec sera en mesure de déterminer, dans les meilleurs délais, si les systèmes de protection installés à la centrale satisfont aux besoins de protection de son réseau. Selon le cas, il est possible que seulement certains éléments présentés dans cette annexe soient exigés.

#### Section 1 : Introduction

- Brève description du site, du projet et du réseau de distribution;
- Particularités du projet (protections supplémentaires, consignes spécifiques, etc.);
- Développements futurs (puissance additionnelle).

#### Section 2 : Caractéristiques de l'installation et du réseau de distribution

- Schéma unifilaire de l'installation de la centrale;
- Statistiques de consommation électrique ;
- Caractéristiques électriques des transformateurs, des équipements de production et des systèmes de protection:
  - alternateurs,
  - transformateurs,
  - dispositif de protection (particulièrement le disjoncteur principal ou le contacteur, le cas échéant),
  - inductance ou résistance de mise à la terre (MALT),
  - relais de protection,
  - transformateurs d'instrumentation pour la protection,
  - système d'excitation.

*Note: Une copie des caractéristiques **principales** provenant du manuel ou des spécifications techniques du fabricant est souhaitable (sauf pour les relais autorisés par Hydro-Québec).*

- Caractéristiques mécaniques des groupes:
  - constantes d'inertie des turbines et des alternateurs en  $\text{kg}\cdot\text{m}^2$  ou  $\text{MW}\cdot\text{s}/\text{MVA}$ ;
- Caractéristiques du réseau de distribution:
  - niveaux de court-circuit monophasé et triphasé au point de raccordement de l'installation du client,
  - tout renseignement pertinent pour l'étude.



|        |         |    |    |
|--------|---------|----|----|
| numéro | E.12-06 |    |    |
| page   | 49      | de | 49 |

### Section 3 : Calcul et analyse des défauts

- Évaluation de l'impédance de MALT des génératrices ou du transformateur utilisé par le client-producteur pour raccorder la centrale au réseau de distribution BT;
- Calcul des défauts 3  $\Phi$ ,  $\Phi$  - T et  $\Phi$ -T ( $R_f = 13,3 \Omega$  en moyenne tension) :
  - à l'installation du client-producteur,
  - à la barre du poste d'Hydro-Québec,
  - en aval du disjoncteur en réseau (si existant);

*Note: Les calculs de défauts doivent être effectués en considérant :*

- *la contribution du réseau de distribution et des équipements de production du client-producteur (avec exploitation maximale et minimale des équipements de production),*
- *la contribution des équipements de production du client-producteur.*

*Les résultats doivent être présentés sous la forme d'un tableau. Il n'est pas requis de fournir le détail des calculs; un exemple pour un cas de défaut triphasé et un cas de défaut phase-terre est suffisant.*

- Vérification de la coordination des fusibles avec les réglages proposés.

### Section 4 : Réglages des relais et courbes de coordination

- Tableau présentant les réglages proposés des relais de protection pour la protection du réseau de distribution ainsi que le temps d'opération de ces relais pour les défauts à étudier;
- Courbes de coordination des protections;
- Schémas de commande (ou de logique) et de protection.

**Annexe 1 : Calcul du papillotement au point commun de raccordement (si requis)**

**Annexe 2 : Calcul des harmoniques au point commun de raccordement (si requis)**

**Annexe 3 : Réglages des protections des équipements de production et des transformateurs**