

Exigences techniques de raccordement d'installations de client au réseau de transport d'Hydro-Québec

Version finale à la suite de la décision D-2018-145

Exigences techniques de raccordement d'installations de client au réseau de transport d'Hydro-Québec

Table des matières

1	Objet.....	5
2	Domaine d'application.....	5
3	Définitions	5
4	Procédure et informations techniques requises.....	7
5	Exigences techniques applicables à l'appareillage du poste client.....	10
5.1	Poste client	10
5.2	Régime du neutre du réseau de transport.....	11
5.2.1	Réseau de transport à neutre effectivement mis à la terre	11
5.2.2	Réseau de transport à neutre non effectivement mis à la terre	12
5.3	Caractéristiques électriques générales de l'appareillage	13
5.4	Sectionneur de raccordement	13
5.5	Disjoncteur de raccordement	14
5.6	Parafoudre	15
5.7	Transformateur de puissance	15
6	Exigences techniques applicables aux systèmes de protection de l'installation de client	15
6.1	Protection par disjoncteur	15
6.2	Protection par fusibles.....	16
6.3	Performance des systèmes de protection de l'installation de client	16
6.3.1	Protection contre les défauts dans l'installation de client.....	16
6.3.2	Protection contre les défauts sur le réseau de transport	16
6.3.3	Protections particulières	17
6.4	Conception des équipements de protection de l'installation de client	18
6.5	Système de télécommunications.....	18
7	Exigences relatives à l'entretien des appareils du poste client.....	19
8	Exigences relatives à l'exploitation des appareils du poste client.....	20
9	Exigences techniques particulières	20
9.1	Puissances déclarées de 900 MW ou plus	20
9.2	Réseau « bulk »	20
9.3	Enregistreurs d'événements.....	20
9.4	Conversion future de la tension du réseau de transport.....	21
9.5	Construction de ligne de transport	21
Annexe A	Données techniques requises pour la demande de raccordement	22
Annexe B	Étude de protection de l'installation de client.....	27
Annexe C	Données requises pour les besoins d'exploitation du réseau de transport	29

Liste des tableaux

Tableau 1	Informations techniques requises.....	8
Tableau 2	Niveaux d'isolement et niveaux de court-circuit normalisés pour l'appareillage du <i>réseau de transport</i>	13

Liste des figures

Figure 1	Appareils à la <i>haute tension</i> du <i>poste client</i>	10
Figure 2	Système de télécommunications du <i>poste client</i>	19

1 Objet

Le présent document établit les *exigences techniques* de raccordement d'installations¹ de *client* au *réseau de transport* d'Hydro-Québec.

Le respect des *exigences techniques* est nécessaire pour assurer

- la fiabilité du *réseau de transport* ;
- la stabilité du *réseau de transport* et des installations qui y sont raccordées ;
- le maintien de la qualité du service pour les clients raccordés au *réseau de transport* ;
- la protection des équipements du *Transporteur* ;
- la sécurité des personnes.

2 Domaine d'application

Le présent document s'applique à toute installation de *client* à raccorder au *réseau de transport* d'Hydro-Québec et à toute installation raccordée à celui-ci faisant l'objet de modification, y compris la remise en service d'une installation totalement ou partiellement fermée.

Pour le raccordement d'une centrale au *réseau de transport* par l'intermédiaire d'une installation de *client*, les modalités pertinentes des *Exigences techniques de raccordement de centrales au réseau de transport d'Hydro-Québec*² s'appliquent.

3 Définitions

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

Appareillage de mesure

Défini à l'article 21.1 des *Conditions de service d'électricité*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie

Client

Défini à l'article 21.1 des *Conditions de service d'électricité*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie

Conditions de service d'électricité

Les conditions de service d'électricité du *Distributeur*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie

¹ Le terme *installation* fait référence au terme *installation électrique* au sens des *Conditions de service d'électricité*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie.

² Telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie.

Distributeur

Hydro-Québec dans ses activités de distribution d'électricité

Exigence technique

Défini à l'article 21.1 des *Conditions de service d'électricité*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie

Poste client

Défini à l'article 21.1 des *Conditions de service d'électricité*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie

Puissance disponible

Défini à l'article 21.1 des *Conditions de service d'électricité*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie

Réseau « bulk »

Le *réseau « bulk »* au sens du *Glossaire des termes et des acronymes relatifs aux normes de fiabilité* et ses modifications telles qu'elles sont adoptées de temps à autre par la Régie de l'énergie

Réseau de transport

Défini à l'article 1.49 des *Tarifs et conditions des services de transport d'Hydro-Québec*, tels qu'ils sont approuvés de temps à autre par la Régie de l'énergie

Tarifs et conditions des services de transport d'Hydro-Québec

Document qui précise les tarifs et conditions auxquels l'électricité est transportée par le *Transporteur* au Québec, tels qu'ils sont approuvés de temps à autre par la Régie de l'énergie

Tension

Défini à l'article 21.1 des *Conditions de service d'électricité*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie

Moyenne tension : toute tension nominale entre phases de plus de 750 V et de moins de 44 000 V

Haute tension : toute tension nominale entre phases de 44 000 V et plus

Transporteur

Hydro-Québec dans ses activités de transport d'électricité

4 Procédure et informations techniques requises

Le tableau 1 présente la procédure et les informations techniques requises du *client* et d'Hydro-Québec lors d'une demande de raccordement de toute installation de *client* au *réseau de transport* ou lors de toute modification d'installation de *client* raccordée à celui-ci.

L'annexe A des *Limites d'émission de perturbations dans le réseau de transport d'Hydro-Québec*³ présente les informations techniques requises pour l'évaluation du respect des limites d'émission.

³ Telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie.

Tableau 1
Informations techniques requises

<i>Client</i>	Hydro-Québec
1- Demande de raccordement (incluant toute modification d'installation raccordée)	
<ul style="list-style-type: none"> • Fournir les données techniques de l'installation, conformément à la partie 1 de l'annexe A 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir un avis écrit sur l'information reçue • Déterminer les travaux à réaliser <ul style="list-style-type: none"> ◦ Proposer les options pour les besoins spécifiques demandés par le <i>client</i>, s'il y a lieu • Déterminer les caractéristiques générales du <i>réseau de transport</i> (p. ex., niveau de tension, plage de tension, puissances de court-circuit, zone du raccordement) • Déterminer le schéma du <i>réseau de transport</i> illustrant les travaux à réaliser <ul style="list-style-type: none"> ◦ Déterminer les schémas pour les besoins spécifiques demandés par le <i>client</i>, s'il y a lieu • Déterminer le point de raccordement incluant le niveau de tension nominale d'alimentation • Préciser les <i>exigences techniques</i> relatives <ul style="list-style-type: none"> ◦ à la conversion future de la tension d'alimentation ; ◦ à la puissance déclarée de 900 MW ou plus ; ◦ au (x) transformateur(s) de puissance de l'installation de <i>client</i> (type de connexion et plage requise pour la régulation de tension, s'il y a lieu) ◦ aux systèmes de protection.
2- Avant-projet	
<ul style="list-style-type: none"> • Fournir l'acceptation écrite des travaux à réaliser et du point de raccordement • Fournir les données techniques de l'installation, conformément à la partie 2 de l'annexe A • Préciser <ul style="list-style-type: none"> ◦ les puissances anticipées à court terme et sur une période de 10 ans ◦ la puissance prévue à la mise sous tension de l'installation ◦ la puissance déclarée (en kW) et la <i>puissance disponible</i> (en kVA) • Fournir l'étude préliminaire de protection de l'installation, conformément à l'annexe B 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir les données techniques relatives au <i>réseau de transport</i> (p. ex., niveau de tension, puissances de court-circuit, rapports X/R) pour la conception adéquate de l'installation de <i>client</i> et pour la réalisation des études requises (étude de protection, étude d'émission) de la part du <i>client</i> • Préciser <ul style="list-style-type: none"> ◦ les niveaux de court-circuit du <i>réseau de transport</i> ◦ les conditions d'exploitation du <i>réseau de transport</i> ◦ l'impédance de neutre du (des) transformateur(s) de l'installation de <i>client</i>, s'il y a lieu

<ul style="list-style-type: none"> • Soumettre à l'acceptation du <i>Transporteur</i> les moyens et actions pour retirer le(s) disjoncteur(s) comportant des détecteurs incorporés, s'il y a lieu • Soumettre à l'acceptation du <i>Transporteur</i> les spécifications techniques du sectionneur de raccordement 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ l'identification des équipements du <i>poste client</i> selon les termes utilisés par le <i>Transporteur</i> (nomenclature) ◦ les exigences de performance requises des systèmes de protection des équipements de la <i>haute tension</i> du <i>poste client</i>, incluant ceux du (des) transformateur(s) de puissance • Fournir la liste des relais homologués • Fournir la liste des données requises pour les besoins d'exploitation du <i>réseau de transport</i>, telles que décrites à l'annexe C, s'il y a lieu • Fournir les exigences particulières à l'installation de <i>client</i> • Fournir des commentaires relatifs à l'étude de protection concernant le schéma de commande et protection, les réglages proposés et les moyens et actions pour retirer le(s) disjoncteur(s) comportant des détecteurs incorporés, s'il y a lieu • Confirmer que le sectionneur de raccordement est conforme à l'exigence 5.4
<p>3- Projet</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Confirmer la date de mise en service • Fournir l'étude finale de protection de l'installation, conformément à l'annexe B • Participer au rapport d'essais pour la télésignalisation de l'installation, si requis • Fournir les rapports d'essais de l'appareillage et des systèmes de protection de l'installation • Soumettre à l'approbation du <i>Transporteur</i> la procédure de mise en service de l'installation 	<ul style="list-style-type: none"> • Rédiger l'instruction commune d'exploitation • Préciser les rapports d'essais requis de l'installation de <i>client</i> • Fournir un avis écrit, s'il y a lieu, sur l'étude finale de protection de l'installation • Approuver la procédure de mise en service de l'installation • Fournir l'acceptation du raccordement de l'installation • Raccorder l'installation de <i>client</i> au <i>réseau de transport</i>
<p>4- Après la mise en service</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Fournir les réglages des systèmes de protection, tels qu'appliqués • Fournir l'enregistrement de mesures dynamiques d'événements, sur demande du <i>Transporteur</i> • Fournir les dessins et les schémas déjà soumis, tels que construits 	

5 Exigences techniques applicables à l'appareillage du poste client

5.1 Poste client

L'installation de *client* comprend le *poste client* à la *haute tension* et les équipements du *client* à la *moyenne tension*. Le *poste client* comprend les appareils à la *haute tension*, y compris le transformateur de puissance, et doit suivre le schéma de principe de la figure 1.

Figure 1
Appareils à la haute tension du poste client

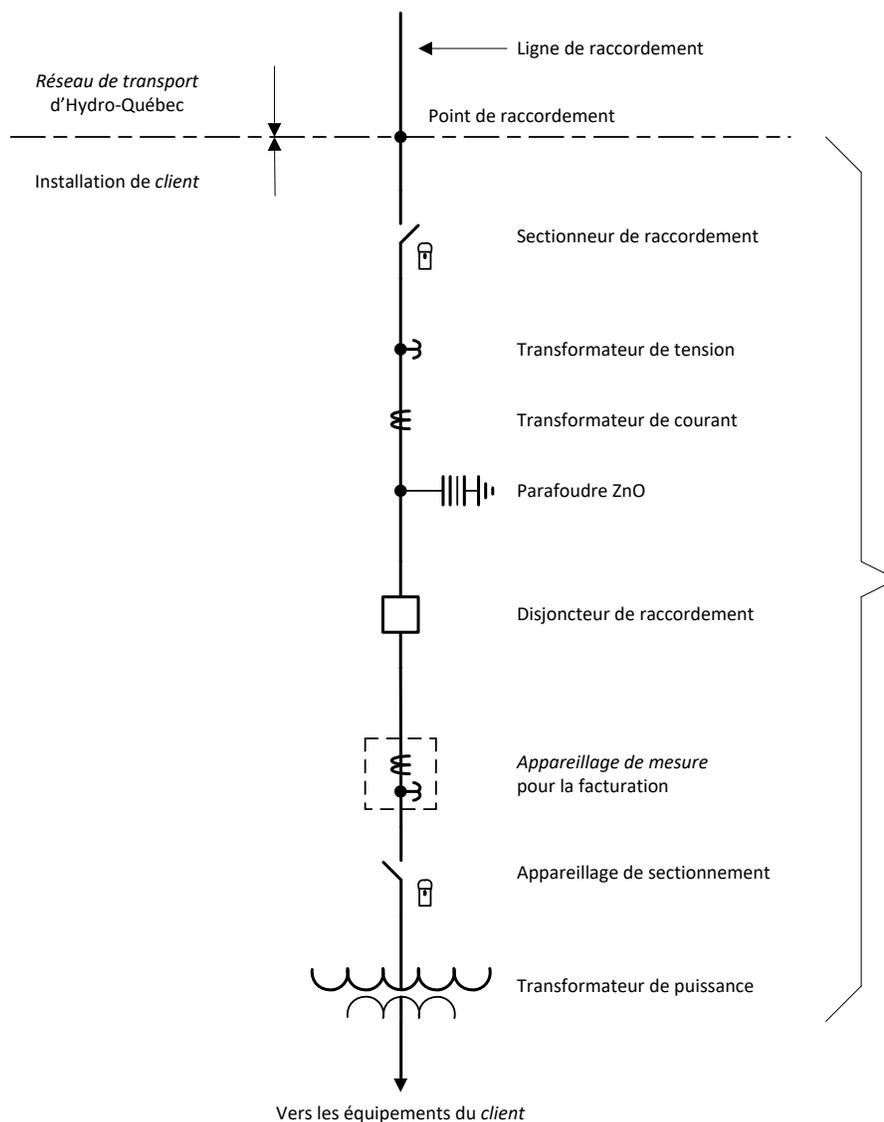


SCHÉMA DE PRINCIPE SEULEMENT

Le point de raccordement est situé entre le *réseau de transport* d'Hydro-Québec (habituellement une ligne à *haute tension*) et l'installation de *client*. Ce point est généralement situé aux isolateurs d'arrêt situés au *poste client*, près du sectionneur de raccordement, ou à tout endroit convenu par écrit entre Hydro-Québec et le *client*.

Le sectionneur de raccordement est le premier point de coupure visible dans l'installation de *client* et doit être situé le plus près possible du point de raccordement. Ce sectionneur doit pouvoir être cadenassé en position ouverte.

Le disjoncteur de raccordement (ou disjoncteur à la *haute tension* du *poste client*) doit être situé le plus près possible du sectionneur de raccordement.

Le transformateur de courant doit être situé entre le sectionneur de raccordement et le disjoncteur de raccordement.

Le transformateur de tension peut être requis et peut être situé en amont ou en aval du disjoncteur de raccordement lorsque le *poste client* est alimenté par un seul circuit ou des circuits qui ne sont normalement pas exploités en parallèle. Le transformateur de tension doit être en amont du disjoncteur de raccordement lorsque le *poste client* est alimenté par des circuits qui sont normalement exploités en parallèle.

Le parafoudre, si le *client* désire en installer, est requis sur chacune des trois phases et doit être situé en aval du sectionneur de raccordement.

L'appareillage de mesure pour la facturation doit être situé entre le disjoncteur de raccordement et le transformateur de puissance du *poste client*, à moins d'un endroit convenu par écrit entre le *client* et Hydro-Québec. Un point de coupure visible (par exemple un sectionneur) doit être situé entre l'appareillage de mesure et les équipements du *client*. Si ce dernier est un sectionneur, il doit pouvoir être cadenassé en position ouverte.

5.2 Régime du neutre du réseau de transport

L'installation de *client* doit être conçue de manière à être compatible en tout temps avec les caractéristiques du régime du neutre du *réseau de transport*.

5.2.1 Réseau de transport à neutre effectivement mis à la terre

Les installations du *réseau de transport* sont pour la plupart à neutre effectivement mis à la terre, c'est-à-dire qu'elles satisfont aux critères suivants :

$$0 \leq X_0/X_1 \leq 3 \quad \text{et} \quad 0 \leq R_0/X_1 \leq 1$$

où :

X_1 = réactance de composante directe du réseau ;

X_0 = réactance de composante homopolaire du réseau ;

R_0 = résistance de composante homopolaire du réseau.

Le *poste client* doit être à neutre effectivement mis à la terre du côté *haute tension* et satisfaire aux critères de la mise à la terre effective suivants :

$$0 \leq (X_0)_i / (X_1)_i \leq 3 \quad \text{et} \quad 0 \leq (R_0)_i / (X_1)_i \leq 1$$

où :

$(X_1)_i$ = réactance de composante directe de l'installation de *client*, côté *haute tension* du *poste client* ;

$(X_0)_i$ = réactance de composante homopolaire de l'installation de *client*, côté *haute tension* du *poste client* ;

$(R_0)_i$ = résistance de composante homopolaire de l'installation de *client*, côté *haute tension* du *poste client*.

Pour satisfaire ces critères, le *client* doit :

- ajouter un (des) transformateur(s) de mise à la terre du côté *haute tension* du *poste client* ; ou
- mettre à la terre le neutre des enroulements du côté *haute tension* du (des) transformateur(s) de puissance du *poste client*, c'est-à-dire en optant pour le type de connexion des enroulements YNd ou YNynd ou en modifiant le type de connexion des enroulements pour qu'il y corresponde.

Dans le cas d'une installation existante, le *Transporteur* détermine si une exigence de rechange peut s'appliquer.

5.2.2 Réseau de transport à neutre non effectivement mis à la terre

Pour certaines parties du *réseau de transport* à 69 kV et moins, le neutre est non effectivement mis à la terre. L'impédance de composante homopolaire est alors plus élevée que celle correspondant à un réseau à neutre effectivement mis à la terre.

L'installation de *client* doit être conçue pour ne pas contribuer à plus de 400 ampères au courant de défaut monophasé sur cette partie du *réseau de transport* à neutre non effectivement mis à la terre, à moins d'une entente convenue avec le *Transporteur*.

Un transformateur de mise à la terre d'impédance appropriée est généralement requis du côté *haute tension* du *poste client* pour éviter que l'impédance de séquence homopolaire ne devienne capacitive à cause, par exemple, de l'effet capacitif des lignes ou des câbles du *réseau de transport*, et qu'elle ne cause d'importantes surtensions.

5.3 Caractéristiques électriques générales de l'appareillage

Les caractéristiques électriques générales des appareils du *poste client* doivent être compatibles avec celles du *réseau de transport* auquel est raccordée l'installation de *client* notamment en matière de coordination de l'isolement des équipements.

Le niveau d'isolement et le niveau de court-circuit normalisés pour l'appareillage du *réseau de transport* sont indiqués au tableau 2 selon la tension nominale de celui-ci.

Tableau 2
Niveaux d'isolement et niveaux de court-circuit normalisés pour
l'appareillage du *réseau de transport*

Tension nominale du réseau ¹ (kV L-L eff.)	Tension assignée des appareils (kV L-L eff.)	Niveaux d'isolement à la terre ²		Niveaux de court-circuit normalisés ³ (kA eff. sym.)
		Foudre (kV crête)	60 Hz (kV eff.)	
69	72,5	350	140	31,5
120	145	550	230	40
161	170	650-750 ⁴	275-325 ⁴	31,5 et 50 ⁵
230	245	850-950 ⁴	360-395 ⁴	31,5 et 50 ⁵
315	330	1050-1175 ⁴⁻⁶	460	31,5 et 50 ⁵

¹ Les niveaux d'isolement et de court-circuit ne sont pas normalisés pour les niveaux de tension 44 kV, 49,2 kV, 345 kV et 735 kV et doivent être confirmés au cas par cas par le *Transporteur*.

² Les sectionneurs doivent avoir des niveaux d'isolement, entre contacts ouverts, supérieurs aux niveaux d'isolement à la terre. Cette exigence s'applique aussi aux disjoncteurs 330 kV.

³ Le rapport X/R pour ces niveaux de tension équivaut à 30.

⁴ Le niveau plus faible s'applique aux transformateurs et inductances shunt protégés par des parafoudres aux bornes alors que le niveau plus élevé s'applique généralement au reste de l'appareillage.

⁵ Le niveau de court-circuit dépend des caractéristiques spécifiques du *réseau de transport* où est raccordé le *poste client*.

⁶ La tenue aux chocs de manœuvre est de 850 kV crête.

5.4 Sectionneur de raccordement

Le *poste client* doit être muni d'un sectionneur de raccordement pour chaque circuit d'alimentation afin d'assurer la sécurité des personnes lors d'interventions sur le *réseau de transport*. Dans certains cas, le *Transporteur* peut accepter qu'un appareil autre qu'un sectionneur (p. ex. un disjoncteur débrochable) remplisse le rôle de point de coupure.

Le sectionneur de raccordement doit procurer un point de coupure visible dans l'installation de *client* et doit être accessible au *Transporteur*.

Ce sectionneur, utilisé pour isoler l'installation de *client* du *réseau de transport*, doit pouvoir être cadenassé en position ouverte : l'angle d'ouverture doit être supérieur à 90° pour une ouverture verticale avec lame vers le haut.

Lorsque le sectionneur de raccordement est motorisé, le mécanisme de commande et d'entraînement doit pouvoir être désactivé, découplé et cadenassé. Il est requis d'avoir un dispositif pour couper l'alimentation du moteur en utilisant par exemple des couteaux (knife switch) et un endroit pour pouvoir installer un cadenas sur la porte du boîtier de commande. Le tuyau de commande doit également avoir un dispositif de verrouillage comprenant une goupille.

De plus, si le mécanisme d'urgence est un volant, il faut pouvoir cadenasser le sélecteur extérieur et un hublot doit permettre de visualiser les couteaux lorsque le boîtier de commande est fermé et cadenassé.

Si le mécanisme d'urgence est par manivelle, un hublot doit permettre de visualiser les couteaux et le sélecteur de commande locale lorsque le boîtier de commande est fermé et cadenassé.

Les orifices pour les cadenas ou les pinces de cadenassage doivent avoir un diamètre de 12 mm.

Un sectionneur de raccordement ne peut en aucun cas être couplé avec un sectionneur de mise à la terre situé du côté *réseau de transport*, ce qui aurait pour conséquence de mettre à la terre le point de raccordement à l'ouverture du sectionneur de raccordement.

5.5 Disjoncteur de raccordement

Le disjoncteur de raccordement, habituellement requis, doit interrompre tout courant de défaut survenant dans l'installation de *client* ou sur la partie du *réseau de transport* à laquelle l'installation de *client* est raccordée.

Le disjoncteur de raccordement doit pouvoir être manœuvré dans la séquence ouverture – fermeture – ouverture avec une autonomie de huit heures consécutives.

Lorsque le disjoncteur de raccordement comporte un système intégré pour la détection d'anomalies internes (p. ex., basse densité de SF₆) pouvant forcer sa fermeture ou inhiber son fonctionnement normal (p. ex., verrouillage en position ouvert ou fermé), le *client* doit, suite à une détection d'anomalie, retirer le disjoncteur en question le plus rapidement possible de l'exploitation afin de ne pas risquer d'endommager son installation ou de perturber indûment le *réseau de transport*.

5.6 Parafoudre

Le parafoudre, si le *client* désire en installer, doit être en oxyde de zinc sans éclateur lorsque situé du côté *haute tension* du *poste client*. Il doit être dimensionné en fonction des contraintes du *réseau de transport*.

5.7 Transformateur de puissance

Le *client* doit prévoir les appareils de régulation appropriés dans son *poste client* compte tenu des variations de tension possibles en régime permanent⁴ dans le *réseau de transport*.

Il est recommandé au *client* de munir son transformateur de puissance de changeurs de prises sous charge et de systèmes de régulation automatique de la tension permettant de modifier le rapport de transformation en fonction des conditions de charge et de tension du *réseau de transport*.

L'impédance et les connexions des enroulements du transformateur de puissance doivent être compatibles en tout temps avec les caractéristiques du régime du neutre du *réseau de transport*.

De plus, selon les caractéristiques du *réseau de transport* à proximité du point de raccordement, l'ajout d'une inductance à la *haute tension* du *poste client* entre le neutre de chaque transformateur de puissance et la terre peut être requis pour limiter la contribution de l'installation de *client* au courant de composante homopolaire lors de défauts sur le *réseau de transport*.

6 Exigences techniques applicables aux systèmes de protection de l'installation de client

Le *client* doit prévoir des systèmes de protection pour assurer la protection des équipements de son installation contre tout défaut et toute condition anormale d'exploitation survenant dans son installation ou sur le *réseau de transport*. Ces systèmes comprennent des équipements tels les relais de protection, les panneaux, les boîtes de jonction, le câblage, les transformateurs de courant et de tension, et les téléprotections (télédéclenchement ou téléblocage) lorsque requis.

La coordination des systèmes de protection de l'installation de *client* doit être conforme à l'article 15.2.7 des *Conditions de service d'électricité*.

6.1 Protection par disjoncteur

L'installation de *client* doit être munie d'au moins un disjoncteur du côté *haute tension* du *poste client* afin de pouvoir éliminer adéquatement les défauts.

⁴ Les plages de tension sont fournies dans les *Caractéristiques de la tension fournie par le réseau de transport d'Hydro-Québec*, référence fournie uniquement à titre explicatif et informatif.

6.2 Protection par fusibles

Lorsque l'installation de *client* est raccordée au *réseau de transport* à une tension de 69 kV ou moins par un seul circuit, la protection de l'installation de *client* peut être assurée par fusibles au *poste client* avec l'obtention de l'autorisation préalable du *Transporteur*. La protection par fusibles de l'installation de *client* doit être coordonnée avec les protections du *réseau de transport* : le rapport du courant de court-circuit sur la valeur assignée du calibre du fusible au point de raccordement doit être égal ou supérieur à 100.

6.3 Performance des systèmes de protection de l'installation de client

6.3.1 Protection contre les défauts dans l'installation de client

Le *poste client* doit être muni de systèmes de protection pouvant détecter et éliminer de façon rapide et fiable tout défaut dans l'installation de *client*. Ces systèmes doivent être compatibles et coordonnés avec ceux du poste desservant le *poste client*. Le *client* doit choisir des relais de protection qui assurent une couverture sélective et sécuritaire de ses équipements.

Les systèmes de protection des équipements du *poste client* doivent se conformer aux exigences de performance établies par le *Transporteur*, dont notamment le temps maximal d'élimination du défaut ainsi que le nombre de fonctions de protection requises pour la couverture adéquate de ces équipements.

6.3.2 Protection contre les défauts sur le réseau de transport

Lorsque le *poste client* est alimenté par un seul circuit ou des circuits qui ne sont normalement pas exploités en parallèle, il n'est généralement pas requis d'installer des systèmes de protection pour détecter les défauts sur le *réseau de transport*.

Lorsque le *poste client* est alimenté par des circuits normalement exploités en parallèle, les exigences suivantes s'appliquent.

Le *poste client* doit être muni de systèmes de protection pour détecter les défauts sur le *réseau de transport*. La contribution de l'installation de *client* à ces défauts doit être éliminée par disjoncteur. La conception de ces systèmes de protection varie selon les caractéristiques du *réseau de transport* où l'installation de *client* est raccordée. Ces systèmes de protection doivent éliminer de façon rapide, fiable, sélective et sécuritaire la contribution au défaut dans le *réseau de transport* transitant à travers l'installation de *client*.

Pour les niveaux de tension de 69 kV et plus, les systèmes de protection de l'installation de *client* doivent être constitués de deux protections primaires. Ces dernières comprennent chacune un relais de protection ainsi qu'un relais de déclenchement. Ces protections doivent avoir les particularités suivantes :

- la protection primaire couvre tous types de défauts (triphases, biphasés, biphasés à la terre, et monophasés à la terre avec et sans une impédance de défaut). Lorsque le défaut est impédant⁵, la résistance de défaut utilisée doit être de $R_f = 10$ ohms, c'est-à-dire $3R_f = 30$ ohms en composante homopolaire ;
- la protection primaire doit fonctionner dès la détection du défaut, sans délai, et doit satisfaire aux exigences de rapidité du *réseau de transport* ;
- la protection primaire doit être sélective et doit être coordonnée avec la protection des zones adjacentes.

Il est recommandé que ces systèmes de protection soient de conceptions différentes ou de fabricants différents. Ces systèmes de protection peuvent nécessiter des liens de télécommunications.

Protection de défaillance de disjoncteur

Une protection de défaillance de disjoncteur est requise au *poste client* dans les cas suivants :

- lorsque le *poste client* est alimenté par des circuits normalement exploités en parallèle, afin de permettre le déclenchement des disjoncteurs des zones adjacentes dans le cas de refus de déclenchement d'un disjoncteur ;
- lorsque la rapidité de déclenchement de disjoncteur est nécessaire pour les besoins du *réseau de transport*, afin d'effectuer le télédéclenchement des disjoncteurs aux postes desservant le *poste client*.

Réenclenchement des disjoncteurs par les protections de lignes

Lorsque le *poste client* est alimenté par des circuits normalement exploités en parallèle ayant des protections de lignes, le réenclenchement automatique des disjoncteurs à *haute tension* du *poste client* est prohibé.

6.3.3 Protections particulières

Îlotage de la charge motrice sur d'autres postes avoisinants

Des protections pour contrer l'îlotage de la charge motrice sur d'autres postes avoisinants (autre *poste client* ou poste du *réseau de transport*) peuvent être requises selon les caractéristiques de la charge motrice de l'installation de *client* et du *réseau de transport* où celle-ci est raccordée.

⁵ Type de défaut d'isolement pour lequel la résistance de défaut est suffisamment élevée pour que subsiste au point de défaut une tension non négligeable entre le conducteur et la terre, ou entre les conducteurs.

Téledéclenchement

Le téledéclenchement⁶ du *poste client* est requis notamment dans l'un ou l'autre des cas suivants :

- le temps de réenclenchement de la ligne est inférieur à 2 secondes et l'installation de *client* dispose d'une charge motrice sensible au réenclenchement rapide ;
- il y a risque d'autoexcitation, dans le cas où il y a une possibilité d'îlotage de la charge motrice de l'installation de *client* avec une charge capacitive telle qu'une batterie de condensateurs, un filtre, une ligne à vide ou un câble.

6.4 Conception des équipements de protection de l'installation de client

Protection contre les défauts sur le réseau de transport

Lorsque des protections sont requises dans le *poste client* pour détecter des conditions anormales sur le *réseau de transport*, elles doivent satisfaire les exigences suivantes.

- Les relais de protection et de déclenchement doivent être homologués⁷ par le *Transporteur*.
- L'alimentation des systèmes de protection doit s'effectuer à partir d'une batterie d'accumulateurs car ces systèmes doivent demeurer fonctionnels advenant une panne d'alimentation des services auxiliaires. Cette batterie doit être équipée de deux chargeurs qui peuvent être exploités en parallèle avec la batterie ou en relève l'un de l'autre. La batterie doit avoir une autonomie minimale d'une durée de huit heures consécutives.
- Des transformateurs de courant et de tension doivent être installés sur les trois phases afin d'alimenter les relais des systèmes de protection. Ces transformateurs doivent être munis d'enroulements secondaires distincts afin de permettre d'alimenter séparément les relais des deux systèmes de protection primaires.

6.5 Système de télécommunications

Le système de télécommunications du *poste client* doit suivre le schéma de la figure 2 à moins d'une entente convenue avec le *Transporteur*.

⁶ Ouverture à distance d'un disjoncteur, sous l'action d'un automatisme ou d'une protection.

⁷ Les relais homologués sont des relais utilisés et autorisés par le *Transporteur* à la suite d'un ensemble d'essais de validation.

Figure 2
Système de télécommunications du *poste client*

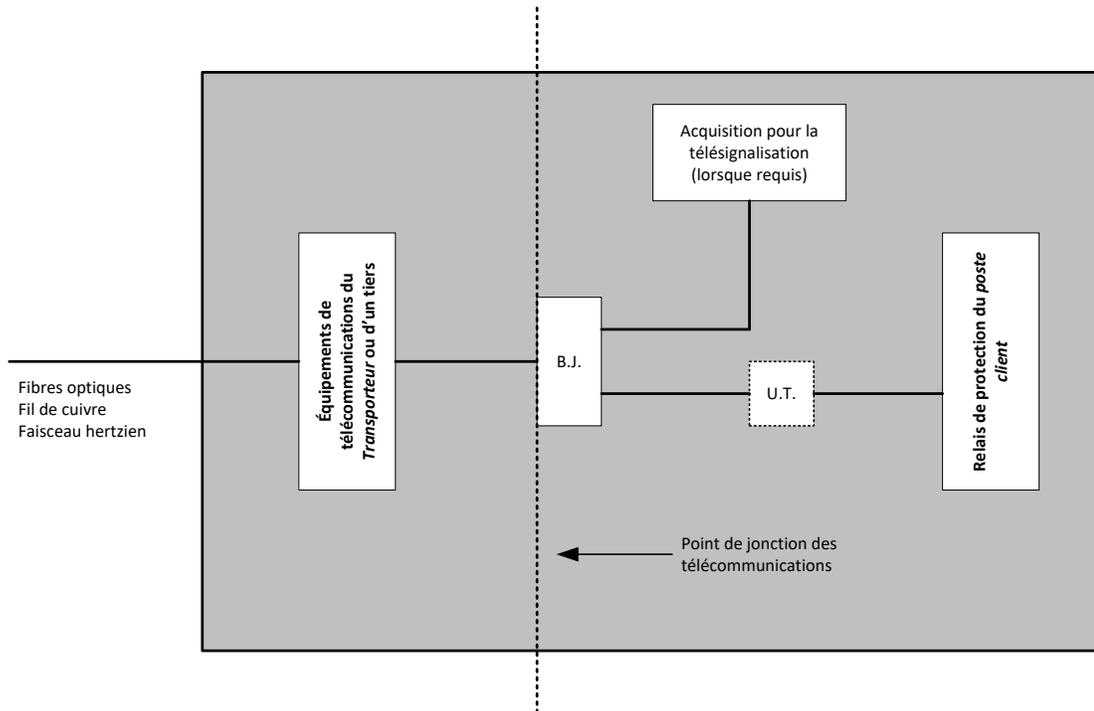


SCHÉMA INDICATIF SEULEMENT

La jonction entre le réseau de télécommunications du *Transporteur* (ou d'un tiers) et les équipements du *poste client* constitue le point de jonction de télécommunications. Ce point est généralement situé à la boîte de jonction (BJ) qui relie les équipements de télécommunications du *Transporteur* (ou d'un tiers) à l'unité de tonalité (UT), si applicable, ou au relais de protection du *poste client*.

Le *client* doit fournir l'alimentation ainsi que l'espace adéquat et sécuritaire pour l'installation de tous ces équipements et installer les conduits et boîtes de jonction nécessaires ainsi que les unités de tonalité ou de téléprotection qui font partie des systèmes de protection.

7 Exigences relatives à l'entretien des appareils du poste client

Le *client* doit planifier la maintenance de ses appareils, notamment ceux situés entre le point de raccordement et le disjoncteur de raccordement (à *haute tension*) inclusivement, pour l'année et coordonner la programmation de sa maintenance avec celle du *Transporteur*.

8 Exigences relatives à l'exploitation des appareils du poste client

Lorsque l'installation de *client* peut être alimentée par plusieurs sources d'alimentation électrique, le *poste client* peut devoir être muni de dispositifs de verrouillage pour empêcher le parallélisme⁸ et le *client* doit obtenir l'autorisation préalable du *Transporteur* avant d'effectuer toute manœuvre de parallélisme, conformément à l'instruction commune d'exploitation.

Des informations en temps réel en provenance de l'installation de *client* sont requises pour l'exploitation du *réseau de transport* selon la charge de l'installation de *client* et la partie du réseau à laquelle l'installation de *client* est raccordée, telles qu'indiquées à l'annexe C.

9 Exigences techniques particulières

Le *Transporteur* détermine si des *exigences techniques* particulières découlant des sections 9.1, 9.2, 9.3 et 9.5 doivent s'appliquer à l'installation de *client*. Dans ce cas, il en informe le *client* et dépose les exigences particulières applicables pour approbation auprès de la Régie de l'énergie pour que celles-ci puissent devenir obligatoires à l'égard de toute installation de *client* assujettie aux mêmes exigences particulières.

9.1 Puissances déclarées de 900 MW ou plus

Lorsque la puissance déclarée⁹ de l'installation de *client* est de 900 MW ou plus, des exigences particulières relatives à la conception ou l'exploitation de l'installation de *client* s'appliquent afin de limiter les écarts excessifs de tension et de fréquence lors d'un événement simple dans l'installation de *client* ou sur le *réseau de transport*.

9.2 Réseau « bulk »

Le *Transporteur* détermine si le *poste client* fait partie du *réseau « bulk »*. Dans ce cas, le *Transporteur* fournit au *client* les exigences particulières au *réseau « bulk »* qui sont applicables au *poste client*. Ces exigences particulières visent notamment les systèmes de protection, d'automatismes et de télécommunications.

9.3 Enregistreurs d'événements

Si l'installation de *client* fait partie du *réseau « bulk »*, le *poste client* doit être muni d'enregistreurs d'événements, d'oscilloperturbographes ou de tout autre appareil requis pour l'analyse de perturbations survenant sur le *réseau de transport* ou sur les installations qui y sont raccordées.

⁸ La mise en parallèle de plus d'une source d'alimentation pour une même installation de *client*.

⁹ La puissance déclarée en kW correspond à 95 % de la *puissance disponible* en kVA.

9.4 Conversion future de la tension du réseau de transport

Si le *Transporteur* prévoit une conversion de tension ultérieure du *réseau de transport* où l'installation de *client* est raccordée, le *client* doit tenir compte de cette conversion lors de la conception de son installation. Le *client* peut alors prévoir l'installation d'un transformateur de puissance à double enroulement conçu pour être exploité tant à la tension actuelle qu'à la future tension ainsi que le niveau d'isolement du *poste client* par l'installation des appareils du *poste client* à la future tension.

9.5 Construction de ligne de transport

Le *client* qui érige une ligne de transport pour raccorder son installation au *réseau de transport* doit s'assurer que les caractéristiques électriques et mécaniques de celle-ci sont équivalentes à celles d'une ligne construite par le *Transporteur* pour un projet comparable, afin de préserver la fiabilité et la sécurité du *réseau de transport*. Dans ce cas, le *Transporteur* fournit au *client* les exigences particulières de conception, selon le type de ligne et l'endroit où elle est érigée.

Annexe A Données techniques requises pour la demande de raccordement

Partie 1 : Demande de raccordement

1 Date de mise en service prévue

- Date de mise en service de l'installation de *client*
- Date de mise sous tension initiale de l'installation de *client* (si elle précède celle de la mise en service)

2 Schéma d'emplacement de l'installation de *client*

3 Données relatives à la charge anticipée par le *client*

- Les puissances anticipées à court terme et sur une période de 10 ans ;
- Le facteur de puissance prévu ;
- Le facteur d'utilisation et le profil de consommation annuel typique pour le type de charge ;
- Le type de charge :
 - aluminerie
 - pâtes et papier
 - aciérie
 - autres types de charges.

4 Schéma unifilaire envisagé de l'installation de *client*

- Un schéma montrant la position des appareils du *poste client* : transformateur de puissance, sectionneur et leur mode d'exploitation, transformateur de mesure (transformateur de courant et transformateur de tension si applicable), parafoudre (le cas échéant) et disjoncteur ;
- Les caractéristiques principales des appareils du *poste client* indiqués au schéma unifilaire, incluant tout équipement de compensation réactive et les renseignements pertinents, le cas échéant ;
- Le nombre et la puissance des moteurs synchrones et asynchrones alimentés à *moyenne tension* (500 HP et plus) ;
- Un schéma préliminaire de commande et de protection, si disponible ;
- Une indication, le cas échéant, que l'installation de *client* comporte de la production synchronisée au *réseau de transport*.

5 Besoins spécifiques du *client*

Une ligne de relève ;

Autres besoins.

6 Principales caractéristiques des équipements perturbateurs¹⁰ de l'installation de *client*

Type (moteurs de 100 HP et plus, fours à arc ou à induction, convertisseurs, etc.) ;

Type de procédé et puissance des équipements perturbateurs ;

Caractéristiques générales de la charge (type de convertisseurs, indices de pulsation, etc.).

Partie 2 : Avant-projet

7 Confirmation des données fournies en réponse aux points 1 à 6

8 Étude de protection de l'installation de *client*, conformément à l'annexe B

9 Caractéristiques des appareils du *poste client* (données en p.u. sur la base en MVA de chaque appareil)

- Sectionneur de raccordement : type et spécifications.
- Transformateur de puissance :
 - nombre
 - puissance et tension assignées
 - impédance de séquence directe (R_1, X_1, B_1)
 - impédance de séquence homopolaire (R_0, X_0, B_0)
 - résistance d'enroulement
 - couplage (connexion des enroulements)
 - nombre de prises et plage de régulation automatique
 - courant d'excitation (80–110 % de la tension assignée)
- Transformateur de mise à la terre, le cas échéant :
 - impédance homopolaire

¹⁰ Les équipements perturbateurs au sens des *Limites d'émission de perturbations dans le réseau de transport d'Hydro-Québec*, telles qu'elles sont approuvées de temps à autre par la Régie de l'énergie.

- Disjoncteur de raccordement (*haute tension*) :
 - niveaux d'isolement
 - pouvoirs de coupure
 - autres caractéristiques assignées en tension et courant
- Appareillage de compensation réactive, le cas échéant :
 - nombre de batteries de condensateurs shunt ou de filtres
 - puissance assignée
 - tension assignée
- Parafoudre (*haute tension*), le cas échéant :
 - type
 - tension de régime permanent (U_c)
 - courant nominal de décharge
 - caractéristiques de protection

10 Ligne de transport construite par le *client*, le cas échéant :

- configuration (construction)
 - ligne aérienne (bois ou acier)
 - ligne souterraine (câbles enfouis ou en canalisation)
- type de conducteur
 - ligne aérienne (grosueur du conducteur en kCM ou mm²; aluminium, cuivre ou aluminium-acier)
 - ligne souterraine (grosueur du conducteur en kCM ou mm²; aluminium ou cuivre)
- impédance de séquence directe (R_1, X_1, B_1)
- impédance de séquence homopolaire (R_0, X_0, B_0)
- capacité thermique

11 Caractéristiques dynamiques des moteurs de 100 HP et plus (sur demande du *Transporteur*)

- Nombre et puissance des moteurs raccordés à la *moyenne tension* (de 100 HP et plus)

- Moteurs synchrones :
 - type de moteur (pôles lisses ou pôles saillants)
 - amortisseurs (mode d'interconnexion)
 - puissance et tension assignées
 - facteur de puissance assigné
 - réactance synchrone longitudinale non saturée (X_d)
 - réactance synchrone transversale non saturée (X_{qi})
 - réactance transitoire longitudinale non saturée (X'_{di}) et saturée (X'_{dv})
 - réactance transitoire transversale non saturée (X'_{qi}) et saturée (X'_{qv})
 - réactance subtransitoire longitudinale non saturée (X''_{di}) et saturée (X''_{dv})
 - réactance subtransitoire transversale non saturée (X''_{qi}) et saturée (X''_{qv})
 - réactance directe de fuite (X_1)
 - réactance inverse (X_2)
 - constantes de temps T'_{do} (et la température correspondante en °C), T'_{qo} , T''_{do} , T''_{qo}
 - résistance d'armature, par phase (R_a) et la température correspondante en °C
 - résistance directe du stator (R_1) à 60 Hz et la température correspondante en °C
 - courbe de saturation des alternateurs permettant de calculer les paramètres et coefficients nécessaires à la modélisation de la saturation (S_{gu} , S_{gl} , E_u et E_i)
 - constante d'inertie H (du rotor et de la charge entraînée)
- Système d'excitation :
 - modèle détaillé et paramètres associés se référant à un modèle standard IEEE (IEEE Std 421.5-2005, « IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies »)¹¹ ou un modèle spécifique du manufacturier.
- Moteurs asynchrones :
 - puissance et tension assignées

¹¹ Référence fournie uniquement à titre explicatif et informatif. Le *Transporteur* doit afficher sur son site Web un lien électronique vers le site Web de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. où l'on peut obtenir toute norme protégée par un droit d'auteur.

- facteur de puissance à 100 %, 75 % et 50 % de la puissance assignée
- réactance de fuite du stator (X_s)
- résistance du stator (R_s)
- réactance de fuite du rotor (X_r)
- résistance du rotor (R_r)
- réactance de magnétisation (X_m)
- réactance à rotor bloqué (X_{rb})
- réactance en circuit ouvert (X_o)
- constante de temps T'_{do}
- constante d'inertie H (du rotor et de la charge entraînée)
- courbe du torque mécanique en fonction du glissement
- glissement en régime permanent

Annexe B Étude de protection de l'installation de client

L'étude de protection de l'installation de *client* doit être réalisée par un ingénieur et contenir les informations suivantes.

Section 1 : Introduction

- Brève description du site, du projet et du point de raccordement au *réseau de transport* d'Hydro-Québec selon les informations fournies par le *Transporteur*
- Particularités du projet (protection supplémentaire, consigne spécifique, etc.)
- Développements futurs (puissance additionnelle)

Section 2 : Caractéristiques de l'installation de *client* (appareils du *poste client* et équipements de *client*)

- Schéma unifilaire de l'installation de *client*
- Caractéristiques électriques des appareils du *poste client*
 - transformateurs de puissance
 - disjoncteurs
 - impédance du transformateur de mise à la terre (MALT) ou de l'inductance de neutre
 - transformateurs de courant et de tension
 - ligne de transport construite par le *client*, le cas échéant
- Caractéristiques électriques des équipements du *client*
 - moteurs synchrones et systèmes d'excitation;
 - moteurs asynchrones
- Caractéristiques des systèmes de protection :
 - relais de protection

Section 3 : Étude des défauts

- Calcul des défauts (triphasés, biphasés, biphasés à la terre, et monophasés à la terre avec et sans une impédance de défaut). Lorsque le défaut est impédant, la résistance de défaut utilisée doit être de $R_f = 10$ ohms, c'est-à-dire $3R_f = 30$ ohms en composante homopolaire :
 - à la barre *haute tension* du *poste client*
 - à la barre *moyenne tension* du *poste client*

- à la barre de tout poste desservant le *poste client*
- en amont du disjoncteur de raccordement (si le défaut est loin du *poste client*)
- Les calculs de défauts doivent être effectués en considérant la contribution des moteurs de l'installation de *client*.

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

- Tableau présentant les réglages des relais de protection ainsi que le temps d'opération de ces relais pour les défauts étudiés
- Courbes ou temps de coordination des protections
- Schémas de commande (ou de logique) et de protection

Annexe C Données requises pour les besoins d'exploitation du réseau de transport

	<u>Données requises</u>
Tout disjoncteur de raccordement	État Sauf instruction contraire du <i>Transporteur</i> .
MW, Mvar, kV, A à tout point de raccordement	Mesure¹ Sauf instruction contraire du <i>Transporteur</i> .
Délestage de charge²	Signalisation de l'état, mesures et commandes À préciser le cas échéant.
Unité d'acquisition	État Sauf instruction contraire du <i>Transporteur</i> .
Lien téléphonique	Pour joindre en tout temps (directement sans numéro de poste téléphonique, messagerie électronique ou boîte vocale) l'exploitant du <i>poste client</i> .
Signalisation de l'état et alarmes	Pour indiquer l'état des unités de tonalité ou le fonctionnement des protections (comme la protection de réserve) qui peuvent affecter le <i>réseau de transport</i> .
Notes	
¹ Les données dynamiques de charge et de production doivent être fournies de façon distincte.	
² Le délestage de charge est défini à l'article 1.20 des <i>Tarifs et conditions des services de transport d'Hydro-Québec</i> , tels qu'ils sont approuvés de temps à autre par la Régie de l'énergie.	