



NORME COMMUNE POUR LA CONCEPTION, L'INSTALLATION ET LA VÉRIFICATION DES STRUCTURES AÉRIENNES

4 mai 2020

Date	Émission / Modification
2012-03-01	Émission préliminaire
2012-06-11	Version 1.0 originale, réalisée et signée par Roger Desbiens, ing., Sylvain Mercier, ing., et Stéphane Turcot, ing.
2017-01-18	Version 2.0, modifications majeures apportées par Ian Mathurin, ing., Alexandru Balasoiu, ing., Stéphane Turcot, ing. et Pierre-Yves Renaud, ing. Articles révisés : 1.2 (tableau 1) ; 2.3 ; 2.7 ; 2.9 ; 7 ; 8.4 ; 12 (tableau 19) ; 15.5.4 (tableau 29) ; 17.2 ; 18 (tableau 31) ; 21 ; 22.1 ; 23 Annexe D (anciennement Annexe 4) et Annexe E (anciennement Annexe 5) Révision linguistique de tous les articles du document
2017-06-14	Version 2.1, modifications mineures apportées par Ian Mathurin, ing., Alexandru Balasoiu, ing., Stéphane Turcot, ing. et Pierre-Yves Renaud, ing. Articles révisés : 1.2 (tableau 1 , condition visant transformateurs) ; 22.1 (dernière restriction) ; Annexe E (E5, avant-dernière restriction dans le tableau 45) Correction de textes faisant référence aux mauvais tableaux ou figures
2020-05-04	Version 2.2, modifications mineures apportées par Ian Mathurin, ing., Alexandru Balasoiu, ing., Stéphane Turcot, ing. Articles révisés : 5.2.2 (rappel d'une zone neutre de 1000 mm pour les régulateurs) ; 8.4.2 (allègement au niveau des ancrs enterrées ou sorties, ajout du tableau 14 et de la figure 7)

Le texte des articles révisés a été approuvé par un comité de travail d'Hydro-Québec Distribution, Bell Canada, Bell Aliant, Telus et Télébec et le contenu technique de ces articles a été vérifié et validé par les ingénieurs suivants :



Ian Mathurin, ing.
Hydro-Québec

Alexandru Balasoiu, ing.
Hydro-Québec

Stéphane Turcot, ing.
Bell Canada

Les demandes de modification doivent être adressées à :

Bell Canada, Bell Aliant et Télébec

Stéphane Turcot, ing. (stephane.turcot@bell.ca)

Telus

Sébastien Lapierre, ing. (sebastien.lapierre@telus.com)

Hydro-Québec, volet technique

Ian Mathurin, ing. (mathurin.ian@hydro.qc.ca)

Alexandru Balasoiu, ing. (balasoiu.alexandru@hydro.qc.ca)

Hydro-Québec, volet administratif

Isabelle St-André (st-andre.isabelle@hydro.qc.ca)

TABLE DES MATIÈRES

1	NORMES DE RÉFÉRENCE	10
1.1	Pour les nouvelles installations	10
1.2	Pour les installations existantes	10
1.3	Ajout ou remplacement de câbles sur un toron existant.....	12
2	CONCEPTION DE LIGNES AÉRIENNES.....	12
2.1	Critères de conception	12
2.1.1	<i>Ligne régulière</i>	12
2.1.2	<i>Ligne robuste</i>	12
2.2	Défaillance contrôlée.....	12
2.3	Portée lâche	13
2.4	Structure anti-cascade.....	13
2.5	Facteurs de charge	14
2.6	Charges climatiques	15
2.7	Ancres et haubans.....	15
2.7.1	<i>Rapport L/H des haubans</i>	16
2.7.2	<i>Installations existantes</i>	16
2.7.3	<i>Nouvelles installations</i>	18
2.8	Gradation	18
2.9	Charge admissible des poteaux et des ancres	19
2.10	Tension des torons de télécommunication	21
2.11	Caractéristiques des torons de télécommunication	21
2.12	Poids des câbles de télécommunication	23
3	ZONES À RISQUE	24
4	CLASSIFICATION DES SOLS.....	24
5	CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE DE BASE DE POTEAU ET DE TORON	26
5.1	Définition d'un milieu	26
5.2	Espace des utilisateurs d'un poteau.....	27
5.2.1	<i>Espace d'Hydro-Québec pour son réseau électrique</i>	27
5.2.2	<i>Espace neutre</i>	27
5.2.3	<i>Espace excédentaire additionnel</i>	28
5.2.4	<i>Espace excédentaire pour un locataire</i>	28
5.2.5	<i>Espace de la Compagnie de télécommunication en usage en commun avec Hydro-Québec</i>	28
5.2.6	<i>Espace résiduel dans le bas du poteau commun</i>	29
5.3	Classe d'un poteau en fonction de l'équipement	29
5.4	Critères conception pour la pose de toron	29
6	ESSENCES ET TRAITEMENTS DES POTEAUX	30
7	IDENTIFICATION DE LA ZONE NEUTRE.....	31
8	AJOUT OU REMPLACEMENT DE CÂBLES SUR TORON EXISTANT OU AJOUT D'UN NOUVEAU TORON.....	31

8.1	Autorisation et validation	31
8.2	Tension mécanique du toron	31
8.3	Dégagement et espacement	32
8.4	Vérification de conformité des structures	32
8.4.1	<i>Anomalies des poteaux</i>	32
8.4.2	<i>Anomalies des haubans et des ancrs</i>	33
9	IDENTIFICATION DES POTEAUX, deS ancrageS, ET DES ATTACHES	35
9.1	Âge des poteaux	35
9.2	Marques d'identification sur le poteau.....	36
9.3	Marques d'identification sur la tige d'ancrage	38
9.4	Étiquettes d'identification des torons et des attaches.....	38
10	SÉCURITÉ.....	39
10.1	Protège-hauban	39
10.2	Crochet de ligne de vie	39
11	PROFONDEUR D'IMPLANTATION DU POTEAU	39
11.1	Profondeur	39
11.2	Excavation	40
11.3	Remblai	41
12	DÉGAGEMENTS AVEC LE SOL.....	42
13	DÉGAGEMENTS AVEC UNE LIGNE HAUTE TENSION.....	45
13.1	Ligne parallèle à une ligne haute tension	45
13.2	Ligne qui croise une ligne haute tension	45
13.2.1	<i>Croisement d'une ligne de moins de 110 kV</i>	45
13.2.2	<i>Croisement d'une ligne de 110 kV à 230 kV</i>	45
13.2.3	<i>Croisement d'une ligne de plus de 230 kV</i>	45
14	EMPLACEMENT DU POTEAU.....	46
14.1	Critères environnementaux.....	46
14.1.1	<i>Calcul de la pente</i>	46
14.1.2	<i>Critères de localisation d'un poteau traité au CCA par rapport à un fossé ou un puits ..</i>	47
14.1.3	<i>Critères de localisation du poteau traité au CCA dans un milieu humide</i>	47
14.2	Position des torons et fils par rapport au poteau.....	48
14.3	Principes directeurs s'appliquant à une ligne existante.....	48
14.3.1	<i>Axe poteau/hauban</i>	48
14.3.2	<i>Remplacement dans le même emplacement (assiette)</i>	48
14.3.3	<i>Rallongement des conducteurs et câbles</i>	48
14.3.4	<i>Localisation des conducteurs et câbles</i>	49
14.3.5	<i>Déplacement des conducteurs et inclinaison du poteau</i>	49
14.3.6	<i>Obstacles</i>	49
14.3.7	<i>Ordre de priorité des options proposées</i>	49
14.4	Options de localisation de poteau dans une ligne existante	49
14.4.1	<i>Montage d'une ligne monophasée avec angle de 0° à 5°</i>	50
14.4.2	<i>Montage d'une ligne monophasée avec angle de 6° à 20°</i>	51
14.4.3	<i>Montage d'une ligne monophasée avec angle de 21° à 90°</i>	52
14.4.4	<i>Montage d'une dérivation monophasée sur une ligne monophasée</i>	53

14.4.5	Montage d'une ligne monophasée et triphasée sur un poteau d'arrêt.....	54
14.4.6	Montage d'une ligne monophasée avec transformateur monophasé	55
14.4.7	Montage d'une ligne triphasée avec angle de 0° à 5°	56
14.4.8	Montage d'une ligne triphasée avec angle de 6° à 90°	57
14.4.9	Montage d'une ligne triphasée avec une dérivation.....	58
14.4.10	Montage de trois coupe-circuits avec une dérivation triphasée.....	59
14.4.11	Montage d'une ligne triphasée avec transformateur monophasé.....	60
14.4.12	Montage d'une ligne triphasée avec transformateur triphasé.....	61
14.4.13	Montage avec sectionneurs unipolaires	62
14.4.14	Montages verticaux de 0° à 60°	63
14.4.15	Autres montages verticaux	64
14.4.16	Montage d'une dérivation triphasée sur armement vertical.....	65
14.4.17	Lignes biternes	66
14.4.18	Liaisons aérosouterraines électriques.....	67
14.4.19	Autres cas	68
14.4.20	Montage de télécommunication.....	68
14.4.20.1	Boîtier de raccordement sur toron (généralement avec fil de service)	68
14.4.20.2	Boîtier de raccordement sur poteau (généralement avec fil de service).....	68
14.4.20.3	Boîtier d'épissure (sans fil de service)	69
14.4.20.4	Liaison aérosouterraine de télécommunication	69
15	VÉRIFICATION DES POTEAUX.....	71
15.1	Vérification visuelle	71
15.1.1	Relevé visuel des caractéristiques du poteau	71
15.1.2	Relevé des défauts et de la condition du poteau.....	73
15.1.3	Perçage.....	74
15.1.4	Fréquence des inspections.....	75
15.2	Critères d'acceptation pour tous les types de vérification	75
15.3	Traitement	77
15.4	Marquage.....	78
15.5	Verticalité des poteaux	78
15.5.1	Condition du poteau	78
15.5.2	Unité de mesure.....	78
15.5.3	Instrument de mesure	79
15.5.4	Critères d'intervention.....	79
15.5.5	Redressement.....	80
16	DÉGAGEMENT DE LA VÉGÉTATION	81
17	INSTALLATION DU POTEAU	82
17.1	Tolérance de pose	82
17.2	Plaque de protection	83
18	MISE À LA TERRE.....	84
18.1	Poteaux de béton	85
19	ÉCLAIRAGE PUBLIC.....	86
19.1	Luminaire dans la zone neutre.....	86
19.2	Luminaire décoratif sous le réseau de télécommunication.....	87

20	LIAISON AÉROSOUTERRAINE DE RÉSEAUX ET DE BRANCHEMENTS DE TÉLÉCOMMUNICATION	87
21	BRANCHEMENT AÉROSOUTERRAIN ÉLECTRIQUE DU CLIENT	88
22	CABINET DE SOURCE D'ALIMENTATION SUR POTEAU	89
22.1	Restrictions	91
22.2	Exemples de montages types	92
23	CABINETS DE TÉLÉCOMMUNICATION SUR POTEAU SANS ALIMENTATION ÉLECTRIQUE D'HYDRO-QUÉBEC	92
24	PLANS	95
C1	Introduction	106
C2	La terminologie utilisée dans ce guide.	106
C3	Guide d'utilisation	107
C4	Configuration.....	109
C5	Exemple	111
D1	Généralités	113
D1.1	Objet	113
D1.2	Domaine d'application	113
D1.3	Définitions	113
D2	Limitation	113
D2.1	Longueur des portées, torons en usage en commun ou non	113
D2.2	Utilisation	114
D2.3	Autres restrictions.....	114
D3	Responsabilités du concepteur	115
D3.1	Configuration et sol	115
D3.2	Capacité structurale	115
D3.3	Flèches maximales	115
D4	Critères de conception des portées lâches	115
D4.1	Configuration d'une portée lâche simple	115
D4.2	Configuration de deux portées lâches consécutives	115
D4.3	Configuration de trois portées lâches	116
D4.4	Résistance structurale du poteau – Portée lâche simple	116
D5	Procédure 1 - Résistance structurale du poteau – Portée lâche simple	118
D5.1	Résistance structurale d'un poteau - Portées lâches consécutives.....	118
D6	Flèche maximale des portées lâches.....	118
D6.1	Méthode de conception	118
D6.2	Flèche maximale d'une portée lâche simple	119

D6.3	Flèche maximale de portées lâches consécutives	120
D7	Critères d'implantation des portées lâches	120
D7.1	Matériau de remblai et compaction	120
D7.2	Profondeur d'implantation	120
D7.3	Flèche initiale du toron d'une portée lâche	122
D8	Théorie relative aux portées lâches	122
D8.1	Facteurs influençant la conception d'une portée lâche.....	122
D8.2	Approche de calcul	123
D8.3	Flèche et tension - Équation et méthode de calcul	124
D9	Procédure 2 - Calcul des flèches et tensions.....	125
D9.1	Tension d'une portée lâche.....	125
D9.2	Flèche d'une portée lâche.....	126
D9.3	Flèche des conducteurs électriques	126
E1	OBJET	128
E2	DOMAINE D'APPLICATION	128
E3	NORMES ET SPÉCIFICATIONS	128
E4	EXIGENCES À RESPECTER.....	129
E4.1	Autorisation et validation	129
E4.2	Vérification des structures.....	129
E4.3	Exigences particulières.....	129
E5	RESTRICTIONS.....	130

Liste des tableaux

Tableau 1	Conditions à respecter pour une intervention sans calcul d'ingénierie	11
Tableau 2	Facteurs de charge à appliquer selon le type de réseau en tenant compte de l'interaction des charges et de l'effet P-Delta	14
Tableau 3	Catégories de charges climatiques sur le réseau	15
Tableau 4	Charge admissible sur une ancre pour le roc.....	16
Tableau 5	Charge admissible sur la tige d'ancrage selon la classe de construction	19
Tableau 6	Charges admissibles des ancrs pour une classe de construction 2.....	19
Tableau 7	Charges admissibles des appuis pour une classe de construction 2.....	20
Tableau 8	Charge admissible au sol des poteaux pour la classe de construction 2.....	20
Tableau 9	Caractéristiques des torons	21
Tableau 10	Classification des sols harmonisée.....	25
Tableau 11	Classification des sols en fonction du dépôt de surface	25
Tableau 12	Classe minimale d'un poteau non haubané en fonction de l'équipement	29
Tableau 13	Essences et traitements des poteaux en fonction de l'accessibilité	30
Tableau 14	Actions à prendre selon les anomalies de réseau présentes lors de l'installation de câble(s) sur un toron existant.....	34
Tableau 15	Codes d'essence et de traitement des poteaux	37
Tableau 16	Profondeur d'implantation d'un poteau dans le sol ou dans le roc	39
Tableau 17	Profondeur additionnelle à laquelle creuser dans le roc si une couche de sol recouvre le roc	39
Tableau 18	Granulométrie du matériel de remblai	42
Tableau 19	Structure de base minimale, charges de référence et dégagement vertical avec le sol	43
Tableau 20	Distance entre un poteau et un élément sensible.....	46
Tableau 21	Distance minimale entre un poteau traité et un puits lorsque la nature du sol est connue.....	47
Tableau 22	Critères de localisation dans un milieu humide.....	47
Tableau 23	Estimation de la circonférence du poteau	72
Tableau 24	Fréquence des inspections	75
Tableau 25	Circonférence minimale permise après retrait de la pourriture.....	76
Tableau 26	Défaut limite pour poteau de distribution avec poche interne ou externe.....	76
Tableau 27	Défaut limite pour poteau avec pourriture interne et poche externe	77
Tableau 28	Inclinaison d'un poteau à sa tête.....	79
Tableau 29	Critères pour intervenir sur un poteau incliné.....	80
Tableau 30	Tolérances lors de l'installation d'un poteau.....	82
Tableau 31	Fréquence des mises à la terre	84
Tableau 32	Classe minimale pour poteaux supportant des transformateurs.....	107
Tableau 33	Poteau supportant des luminaires	108
Tableau 34	Pourcentage équivalent pour une portée lâche simple.....	108
Tableau 35	Pourcentage équivalent pour les fils de services et branchements non balancés.....	108
Tableau 36	Configuration des cas possibles présents dans un réseau aérien	109
Tableau 37	Limitation – Longueur des portées et nombre de torons télécommunication.....	113
Tableau 38	Longueur de poteau minimale pour une nouvelle portée lâche au-dessus d'un endroit accessible aux véhicules routiers	114
Tableau 39	Marge de résistance requise pour les poteaux supportant une portée lâche simple.....	117
Tableau 40	Classe de poteau requise pour des poteaux isolés supportant des portées lâches.....	118
Tableau 41	Flèche d'une portée lâche simple	119
Tableau 42	Flèche des portées lâches consécutives.....	120
Tableau 43	Portée lâche simple - Profondeur d'implantation et utilisation de simple coinçage.....	121
Tableau 44	Poteau isolé - Profondeur d'implantation et utilisation de simple coinçage	121
Tableau 45	Restrictions d'installation selon le type d'antenne utilisé	130

Liste des figures

Figure 1 - Tension d'un toron 6M avec un câble	22
Figure 2 - Tension d'un toron 6M avec un groupe de câbles	22
Figure 3 - Tension d'un toron 10M avec un câble.....	22
Figure 4 - Tension d'un toron 10M avec un groupe de câbles.....	23
Figure 5 - Poids en fonction du diamètre des câbles de télécommunication.....	23
Figure 6 - Carte des zones à risque.....	24
Figure 7 - Abaque régissant l'utilisation d'une ancre sortie de plus de 50 cm jusqu'à un maximum de 100 cm	35
Figure 8 - Inscriptions gravées sur une plaque d'identification fixée sur un poteau d'Hydro-Québec...	36
Figure 9 - Inscriptions marquées au fer sur un poteau (Telco).....	36
Figure 10 - Autres informations indiquées par des clous sur un poteau.....	38
Figure 11 - Implantation d'un poteau le long des fossés et des pentes	40
Figure 12 - Dispositif de serrage ancré à la roche.....	41
Figure 13 - Circonférence au niveau du sol	73
Figure 14 - Relevé de l'épaisseur du bois sain	74
Figure 15 - Couronne de pourriture.....	76
Figure 16 - Pourriture interne ou poche externe dans différents plans	76
Figure 17 - Pourriture interne et poche externe dans le même plan	77
Figure 18 - Étiquetage.....	78
Figure 19 - Appareil de mesure de l'inclinaison	79
Figure 20 - Tolérance pour la localisation de la tige d'ancrage.....	83
Figure 21 - Plaque de protection pour le poteau.....	83
Figure 22 - Installation de la mise à la terre.....	85
Figure 23 - Dégagements pour un luminaire dans la zone neutre	86
Figure 24 - Dégagements pour un luminaire sous la zone neutre.....	87
Figure 25 - Installation des conduits de branchement.....	89
Figure 26 - Installation d'un cabinet sur un poteau avec hauban	91
Figure 27 - Montages types pour un cabinet de source d'alimentation sur poteau.....	92
Figure 28 - Montages types pour un cabinet de télécommunications sans alimentation électrique.....	94
Figure 29 - Configuration de portées lâches simples	115
Figure 30 - Configuration de deux portées lâches consécutives.....	116
Figure 31 - Configuration de trois portées lâches consécutives ou trois portées lâches au même poteau	116
Figure 32 - Flèche d'une portée lâche selon la méthode de calcul.....	123
Figure 33 - Tension d'une portée lâche en relation vs fléchissement du poteau.....	125
Figure 34 - Flèche d'une portée lâche en fonction du déplacement du point d'attache.....	126
Figure 35 - Flèche des conducteurs électriques sur une portée lâche de 20 m vs déplacement du point d'attache.....	126
Figure 36 - Installation d'une antenne sur un poteau avec hauban	132
Figure 37 - Schéma d'installation – Antenne de type <i>Small Cell</i>	133
Figure 38 - Schéma d'installation – Antenne de type <i>Remote Sector</i>	135

1 NORMES DE RÉFÉRENCE

La présente norme couvre les réseaux aériens d'électricité et de télécommunication sur des structures aériennes, soit les poteaux, les ancrs, les haubans ainsi que les torons. Les poteaux de béton et d'acier doivent respecter les exigences énumérées dans ce document lorsqu'elles s'appliquent. Tout autre élément non couvert sera traité cas par cas entre les Parties concernées.

1.1 Pour les nouvelles installations

La conception et l'installation des réseaux d'électricité et de télécommunication sur les poteaux doivent se faire en conformité avec la présente norme et avec la plus récente et la plus restrictive des normes CSA suivantes :

- C.22.3 n° 1 *Réseaux aériens* ;
- CSA-015 *Poteaux et renforts en bois pour les services publics* ;
- CSA C22.3 No. 5.1 *Recommended Practices for Electrical Protection – Electric Contact Between Overhead Supply and Communication Lines*.

1.2 Pour les installations existantes

Dans le cadre des remplacements nécessaires à l'entretien des différents composants d'une ligne aérienne ou de l'ajout de câbles de télécommunication sur un toron existant ou du déplacement, à certaines conditions, d'un toron ou d'un hauban sur une ancre existante, il n'est pas requis de procéder à un calcul d'ingénierie si les conditions qui sont énumérées dans le [tableau 1](#) sont respectées. En effet, la norme CSA C22.3 n° 1 mentionne qu'il n'est pas obligatoire que les installations existantes qui nécessitent une intervention se conforment à l'édition actuelle de la norme CSA, sauf si cela est exigé spécifiquement pour des raisons de sécurité (par exemple, pour l'ajout de protège-haubans). Dans les cas mentionnés ci-dessous, une vérification des structures selon l'[article 8.4](#) est nécessaire.

Un calcul d'ingénierie est toujours requis dans les cas suivants :

- Matériel de remplacement non normalisé ;
- Remplacement de conducteurs électriques par d'autres de plus gros calibre ;
- Intervention des monteurs en l'absence de document d'encadrement spécifique ;
- Ajout ou déplacement d'un équipement ou d'un appareillage de plus de 420 kg sur un poteau, sauf pour les transformateurs monophasés qui respectent les exigences de l'[article 5.3](#) Classe d'un poteau en fonction de l'équipement ;
- Retrait ou déplacement d'une ancre ou d'un hauban sur une ancre différente ;
- Remplacement d'un poteau ou ajout d'un nouveau poteau :
 - trop court ou de conception déficiente apparente telle qu'une courbure excessive du poteau ou des dégagements non respectés ;
 - avec liaison aérosouterraine basse tension ou moyenne tension électrique ;
 - de ligne biterne ;
 - de traverse d'autoroute, de voie ferrée ou de voie navigable ;
 - lors du rééquilibrage d'une ou de plusieurs portées ;
 - avec appareillage majeur autre que transformateur ;
- Ajout d'un nouveau toron. Dans ce cas, les exigences de l'[article 8.4](#) doivent être respectées.

Tableau 1
Conditions à respecter pour une intervention sans calcul d'ingénierie

Intervention sans calcul d'ingénierie	Conditions à respecter
<ul style="list-style-type: none"> • Remplacement de poteau haubané ou non, de hauban et d'appareillage lors de la maintenance • Poteau, ancre et appareil remplacé en urgence • Déplacement d'un hauban sur une ancre existante • Retrait d'un appareil majeur (y compris l'installation d'un poteau d'assujettissement pour remplacement d'un poteau cassé ou à remplacer en urgence) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité équivalente de l'élément remplacé • Aucune charge additionnelle sur la structure sauf pour l'ajout d'un transformateur monophasé sur un poteau respectant la classe minimale suivante : <ul style="list-style-type: none"> – 75 kVA et moins, classe 5 – 100 kVA, classe 4 – 167 kVA, classe 3 • Montage en place transférable avec nouveau matériel disponible et normalisé selon les méthodes de travail en vigueur • Le remplacement de plusieurs poteaux consécutifs est permis dans le cas de la maintenance • Le poteau non haubané de classe 5 ou moins sans appareillage et de réseau triphasé sera remplacé par un poteau de classe 4 au minimum lorsque les portées adjacentes au poteau rencontrent les équations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> – Milieu urbain et industriel : $(P1 + P2) / 2 > 40 \text{ m}$ – Milieu rural : $(P1 + P2) / 2 > 50 \text{ m}$ • Les poteaux haubanés triphasés de fin de course et angulaires de plus de 20° non implantés dans le même emplacement (assiette) seront remplacés par un poteau avec une classe additionnelle au poteau remplacé • Poteau d'assujettissement pour remplacement en urgence d'un poteau (RU) ou cassé. Les critères précédents s'appliquent en plus de ceux ci-dessous : <ul style="list-style-type: none"> – Distance maximale de 300 mm entre les poteaux à la base – Le poteau d'assujettissement et le poteau à remplacer seront joints par 2 séries d'entretoises doubles en croix de part et d'autre des poteaux (8 entretoises au total). Les entretoises sont constituées d'une barre d'acier plat d'environ 1¼ po x 3/16 po x 30 po de longueur percée à chaque extrémité pour recevoir un boulon tire-fond de ½ po x 3 po de long et au centre pour être boulonnées entre elles. La première série d'entretoises (4) sera fixée à environ 1 m du sol. La seconde série (4), à la hauteur des câbles de télécommunication ou à environ 1 m sous les conducteurs électriques de basse tension – Pour un poteau d'assujettissement temporaire qui ne servira pas au remplacement du poteau RU ou cassé, sa longueur sera 5 pi de moins que le poteau à consolider temporairement et de classe 5
<ul style="list-style-type: none"> • Ajout de câbles de télécommunication sur toron existant 	<ul style="list-style-type: none"> • Chargement maximal de 60 % du point de rupture du toron ou diamètre maximal circonscrit de 77 mm de chaque ensemble câbles/toron • Corriger les déficiences structurales suivantes : <ul style="list-style-type: none"> – Poteaux penchés de 10° et plus – Poteaux avec un transformateur ou un équipement majeur penchés de 5° et plus – Poteaux avec perte de matériel de plus de 20 % de la circonférence originale – Sections de poteaux pourris en profondeur jusqu'en surface – Haubans lâches ou cassés – Tiges d'ancrage sortant de plus de 50 cm du sol ou enterrées de façon à ne pouvoir être déterrées pour une inspection – Espace de moins de 1 m entre le conducteur BT et les réseaux de télécommunication <p>Note : Un espacement de moins de 300 mm au poteau et un dégagement minimal de 25 mm dans la portée sont permis entre les torons de télécommunication existants</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ajout de branchements autoportants • Déplacement d'un toron existant 	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement du toron vers le haut de 150 mm max. ou vers le bas autorisé à la condition de respecter les dégagements et les espacements.
<ul style="list-style-type: none"> • Redressement d'un poteau seulement 	<p>Voir * Travaux majeurs télécommunications : (voir tableau 29 et article 15.5.4)</p>

1.3 Ajout ou remplacement de câbles sur un toron existant

Compte tenu de l'effort additionnel faible résultant de l'ajout de câbles et des marges de capacité par rapport aux critères minimaux appliqués au moment de la conception de la ligne et de la vérification préalable des structures, une nouvelle ingénierie du poteau et des ancrages n'est pas requise lors de l'ajout ou de la modification d'un câble sur un toron existant. Cependant, on doit respecter les exigences techniques décrites au [tableau 1](#) et à [l'article 8.4](#).

2 CONCEPTION DE LIGNES AÉRIENNES

2.1 Critères de conception

2.1.1 Ligne régulière

Ligne construite à partir de critères de conception réguliers et qui représente la majorité des structures aériennes. Cette ligne possède une limite ultime minimale de chargement radial de verglas de 36 mm sans vent. Cette limite augmente en fonction des différentes configurations. Les critères de conception de référence proviennent de la norme CSA C22.3 n° 1 *Réseaux aériens*, dont certains sont ajustés et augmentés pour permettre une consolidation des lignes face à des événements importants et permettre également une défaillance contrôlée en cas de surcharge climatique pour réduire ainsi les dommages résultants et rétablir le service plus rapidement.

2.1.2 Ligne robuste

Ligne construite à partir de critères de conception supérieurs par rapport aux critères appliqués à une ligne régulière. Avec une charge de glace de 19 mm et une pression de vent de 400 Pa, les facteurs de charge sur certains composants sont augmentés. Ce type de réseau est construit pour ne subir aucun dommage en cas de tempête typique dans les zones à risque. Cette ligne possède une limite ultime minimale de chargement radial de verglas de 45 mm. Cette limite augmente en fonction des différentes configurations. Au-delà de ces charges importantes, le principe de défaillance contrôlée s'applique comme sur les lignes régulières.

Principalement, ce type de ligne est utilisé dans les cas suivants :

- **lien interposte** : lien entre un poste dont l'alimentation n'est pas garantie et un autre poste dont l'alimentation est garantie ;
- **ligne stratégique** : ligne visant à desservir une clientèle critique : centre d'hébergement, hôpitaux, centrale de police, centrale de communication, etc.

2.2 Défaillance contrôlée

Le contrôle de défaillance permet d'améliorer la fiabilité d'une ligne en service face aux charges climatiques sévères. Ce concept de contrôle de défaillance ne constitue pas un programme de maintenance.

De façon à garantir et provoquer un mode de défaillance sur les réseaux triphasés, une séquence de rupture est appliquée sur certains éléments du réseau lors de leur conception. L'ordre de rupture est le suivant :

- 1^{er} : Rupture de la traverse de fin de course ;
- 2^e : Rupture du fil d'attache des conducteurs moyenne tension ;
- 3^e : Rupture des traverses en course ;
- 4^e : Rupture du poteau ou de l'ancre.

2.3 Portée lâche

La conception des portées lâches doit tenir compte que le nombre de portées lâches ne doit pas excéder deux de suite. De plus, elles sont interdites sur les poteaux faisant partie d'un système de traverse de voie ferrée. Elles sont aussi à éviter au-dessus des terrains ou des voies accessibles aux véhicules routiers. [L'annexe D Conception des portées lâches](#) donne plus de détail à ce sujet.

2.4 Structure anti-cascade

Le but des structures anti-cascades est de limiter la propagation de rupture de poteaux en cascade. Les structures anti-cascades sont installées uniquement dans les zones à risque sur des réseaux triphasés conçus avec des portées maîtresses de 60 m et plus et sur tous les réseaux robustes aux intervalles suivants :

- Aucune structure sur des cantons¹ de moins de 20 portées ;
- De 20 à 30 portées, le canton sera divisé en deux par une structure anti-cascade ;
- Pour les cantons de plus de 30 portées, une structure anti-cascade est implantée toutes les 15 portées en moyenne.

Cette conception consiste à implanter un poteau haubané à chacun de ses côtés, au niveau de la moyenne tension et au niveau des télécommunications, dans le sens de la ligne. Les torons de télécommunication ne sont pas obligatoirement terminés en configuration de fin de course.

Un poteau possédant une marge de résistance de 2 classes supérieures à la classe de conception est considéré équivalent à une structure anti-cascade et ne nécessite pas de haubans.

Dans la mesure du possible, la structure anti-cascade est localisée de façon à équilibrer les portées dans le canton ou, en présence de portées déséquilibrées (longueur d'une portée de $\pm 25\%$ de la longueur de la portée adjacente), elle sera placée du côté de la portée la plus déséquilibrée dans le canton ou la partie de canton à l'étude. Par exemple, pour un canton de 24 portées (25 poteaux), la structure anti-cascade devrait se retrouver au 13^e poteau. Il est possible, pour des raisons économiques ou autres, de tenir compte des poteaux adjacents au 13^e poteau. Dans le cas des portées déséquilibrées, on déplacera la structure anti-cascade vers la portée la plus déséquilibrée en conservant un minimum de 8 portées avant la prochaine structure en arrêt.

¹ Suite de portées comprises entre deux poteaux de haubanage ou poteaux d'arrêt.

2.5 Facteurs de charge

Le [tableau 2](#) résume les facteurs de charge à appliquer selon le type de réseau.

Tableau 2
Facteurs de charge à appliquer selon le type de réseau
en tenant compte de l'interaction des charges et de l'effet P-Delta

	LIGNE				
	Ligne régulière (monophasée et triphasée)		Ligne robuste (monophasée et triphasée)		Autres*
	Portée maîtresse (PM)				
	<ul style="list-style-type: none">• Mono : Toutes• Tri: < 60 m• Tri: ≥ 60 m non haubanées	<ul style="list-style-type: none">• Tri : ≥ 60 m haubanées• Défaillance contrôlée	Toutes		<ul style="list-style-type: none">• Conceptions particulières*• Lignes biternes
Charge climatique	Lourde		Extrême		Lourde ou extrême
Épaisseur de verglas (mm)	12,5		19		12,5 ou 19
	Ancrage et appui				
Sol (appui) - Nouveau	1,6		2		2
Sol (appui) - Remplacement	1,3		1,6		1,6
Ancre	2		2,5		2,5
Tige	1,75		2,25		2,25
Hauban HQ	2		2,25		2,25
Hauban Câblo/Telco	1,6		2		2
	Poteau				
	Haubané ou non		Non haubané	Haubané	Haubané ou non
Classe de construction	2	1	2	1	1
Charge verticale	1,5	2	1,5	2	2
Charge transversale	1,3	1,9	1,3	1,9	1,9
Charge longitudinale	1,3	1,9	1,3	1,9	1,9

* On doit appliquer les facteurs de charge de la classe de construction 1 pour tous les poteaux (haubanés ou non) des conceptions particulières, c'est-à-dire, des traversées d'autoroute, de voies ferrées (et leur installations de commande), des voies navigables et des remontées mécaniques, en ligne régulière ou robuste.

2.6 Charges climatiques

Tous les calculs nécessaires au choix des structures sont effectués selon les catégories de charges climatiques présentées au [tableau 3](#).

Tableau 3
Catégories de charges climatiques sur le réseau

CONDITIONS	CATÉGORIES DE CHARGES	
	Charges lourdes	Charges extrêmes
Localisation	L'ensemble du Québec, excepté les zones de charges extrêmes	Toute la pointe de la Gaspésie à l'est de la route 132 Toute la zone de la Côte-Nord à l'est de Sept-Îles Les Îles-de-la-Madeleine et l'Île-d'Anticosti
Épaisseur radiale du verglas (mm)	12,5	19
Charge horizontale du vent (N/m ²)	400	400
Température (°C)	- 20	- 20

2.7 Ancres et haubans

Pour toutes les installations haubanées (fins de courses, poteaux d'angles, etc.), sauf pour une ligne en course avec un angle de 0 à 5 degrés, on doit installer au moins un hauban au niveau de la moyenne tension, un hauban au niveau de la basse tension et un hauban au niveau des télécommunications. Un calcul d'ingénierie confirmera le nombre supplémentaire de haubans requis pour respecter les critères de conception. Une ancre avec une tige à quatre cosses doit être installée, sauf pour une ancre dans le roc.

Dans le cas où seulement une partie (Hydro-Québec, Télécommunications ou tiers) est en fin de course sur une ligne de poteaux, celle-ci doit être haubanée.

Dans le cas du démantèlement du toron de télécommunications d'une des parties, on doit s'assurer qu'il reste au moins un hauban au niveau des télécommunications.

Il est interdit d'installer plus de un hauban par tige d'ancre à roc pour reprendre les efforts engendrés par les conducteurs électriques moyenne et basse tension, même si celle-ci possède plus d'une cosse. L'installation d'un maximum de deux haubans de la compagnie de télécommunications est autorisé sur une tige d'ancre à roc, à moins que le total de la charge de ces deux haubans ne dépasse pas la charge admissible de cette tige.

La distance minimale entre deux ancres pour le roc doit être d'au moins 500 mm.

On entend par roc, les matières de sol suivantes : granit, grès et calcaire. L'ancre pour le roc n'a pas une résistance suffisante en présence de schiste, qui est un matériau stratifié, friable et de très faible résistance.

Dans tous les cas, la charge admissible sur la tige d'ancre à roc ne doit pas dépasser les valeurs du tableau suivant :

Tableau 4
Charge admissible sur une ancre pour le roc

TYPE D'ANCRE À ROC	CHARGE ADMISSIBLE (KN)	
	Classe de construction 1	Classe de construction 2
Ancre avec tige conventionnelle de 1 pouce	46	58
Ancre expansible (Bell Canada)		
- tige 3/4 po	41	51
- tige de 1 po	64	80

Lorsque deux tiges d'ancrage sont requises, le concepteur doit maintenir un espacement minimal de 2 m ou un espace minimal de cinq fois le diamètre de la plus grande des deux ancres à vis entre la tige d'ancrage du réseau électrique et celle du réseau de télécommunication. Si l'espace est restreint, les tiges d'ancrage peuvent être rapprochées l'une de l'autre jusqu'à un minimum de 1,5 m. Il est par contre possible, lors de l'ajout d'une ancre à vis, de rapprocher la nouvelle ancre jusqu'à 1 m d'une ancre en place.

2.7.1 Rapport L/H des haubans

Afin d'éviter des problèmes de sécurité du public, le rapport entre la distance poteau/ancre (L) reportée au sol d'un hauban et sa hauteur d'attache (H) au poteau doit être compris entre 0,3 et 1,5. Un rapport L/H de 1,0 devrait être privilégié. La distance L sera mesurée entre le centre du poteau et l'endroit où pénètre la tige d'ancrage dans le sol. Aucun croisement de hauban n'est permis.

2.7.2 Installations existantes

Pour les poteaux communs existants, les combinaisons d'ancres ou de cosses sont considérées des ancres communes. Lorsqu'il y a deux cosses ou une combinaison de deux ancres, l'une est réservée à l'usage d'Hydro-Québec, l'autre est réservée à la Compagnie de télécommunication en usage en commun avec Hydro-Québec. Lorsqu'il y a trois ou quatre cosses qui peuvent être réparties sur une ou plusieurs ancres, deux de ces cosses sont pour Hydro-Québec, une pour la Compagnie de télécommunication en usage en commun et la quatrième peut être utilisée par un locataire.

Si une ancre ou une cosse sur un poteau non commun d'Hydro-Québec ou un poteau commun n'est pas utilisée par Hydro-Québec, elle peut être utilisée par un locataire ou par la compagnie de télécommunication en usage en commun. L'utilisateur doit cependant la libérer sur demande d'Hydro-Québec.

Il est interdit d'installer une rallonge de tige comportant une cosse supplémentaire dans le but d'y ajouter un hauban additionnel. Il en est de même pour l'installation de plus d'un hauban par cosse.

Lorsque l'ancre existante ne suffit pas à retenir le nouveau toron, on peut installer une ancre supplémentaire ou remplacer l'ancre existante par une nouvelle ancre (50M ou 900 po²) en tenant compte des conditions qui prévalent sur les lieux.

Afin de minimiser les impacts négatifs en raison des travaux, les éléments suivants doivent toujours être considérés lors de l'ajout ou le remplacement d'une ancre existante :

- impacts sur le terrain environnant (végétation, cabanon, muret, etc.) ;
- espace requis pour l'utilisation de la machinerie (excavatrice, système hydraulique, etc.) ;
- configuration du terrain (ex. : sol à angle) ;
- transfert de haubans nécessaire ;
- équipe requise pour soutenir la structure pendant l'exécution des travaux ;
- délais d'exécution des travaux ;
- respect des normes ;
- coûts.

Certaines ancres (ex. : ancres à vis) ont moins d'impact sur le terrain environnant lorsqu'il est nécessaire d'ajouter une ancre sur des structures existantes et doivent donc être privilégiées. Certaines de ces ancres (hélices 10", 10" double et 14") n'ont pas la force de retenue d'une ancre à plaque mais peuvent être utilisées lorsque seulement un ou deux haubans doivent être installés et sont à proscrire pour les nouvelles installations. Des calculs de charge doivent toujours être effectués pour valider la force de retenue des ancres, qui varie selon le type de sol dans lequel elles sont installées et en fonction de l'écart par rapport à la base du poteau.

L'ordre de priorité pour la mise en place d'une ancre additionnelle ou le remplacement d'une ancre est généralement établi comme suit, afin de déplacer le moins possible les haubans existants :

- Choix 1

Placer la nouvelle ancre dans l'espace disponible se situant à l'intérieur de 2 m de l'ancre existante, vers le poteau. Si l'espace est restreint, l'ancre peut être placée à 1,5 m de l'ancre existante, tout en s'assurant de ne pas dépasser l'écart minimum (rapport L/H de 0,3)² ;

- Choix 2

Placer la nouvelle ancre dans l'espace disponible se situant à l'intérieur de 2 m de l'ancre existante, vers le côté opposé au poteau. Si l'espace est restreint, l'ancre peut être placée à 1,5 m de l'ancre existante, tout en s'assurant de ne pas dépasser l'écart maximum (rapport L/H de 1,5)² ;

- Choix 3

S'il est impossible de mettre en place une ancre additionnelle selon les critères ci-haut mentionnés en raison de contraintes physiques extérieures, le remplacement de l'ancre existante par une nouvelle ancre 50M ou 900 po² est nécessaire. Il est cependant préférable, lorsqu'aucun accès avec machinerie n'est possible ou si l'accès est très limité, d'opter pour le remplacement de l'ancre désuète par deux ancres à vis.

Il est possible de remplacer l'ancre existante par deux nouvelles ancres et d'obtenir l'écart recommandé d'au moins 1,5 m à la fin des travaux. Cependant, cet écart pourrait ne pas être respecté pendant les travaux².

² Il est par contre possible, lors de l'ajout d'une ancre à vis, de rapprocher la nouvelle ancre jusqu'à 1 m d'une ancre en place.

Exemple :

Structure de base minimale urbain résidentiel 40 pi, dégagements au sol de 6,26 m, ancre existante 32M ou 400 po² placée à 6 m du poteau. (Situation idéale rapport L/H = 1).

Écart minimum : 6,26 m (dégagement du toron existant) x 0,3 (rapport L/H minimum) = 1,88 m.

Écart maximum : 6,26 m (dégagement du toron existant) x 1,5 (rapport L/H maximum) = 9,4 m.

Note : On considère ici une distance minimale de 1,5 m entre les ancrés.

Solutions possibles :

- Choix 1

Placer la nouvelle ancre entre 1,88 et 4,5 m du poteau en favorisant l'installation le plus près possible de l'ancre existante² ;

- Choix 2

Placer la nouvelle ancre entre 7,5 et 9,4 m du poteau en favorisant l'installation le plus près possible de l'ancre existante² ;

- Choix 3

S'il est impossible de mettre en place une ancre additionnelle en raison de contraintes physiques extérieures, l'ancre existante devra être remplacée par une nouvelle ancre 50M ou 900 po².

2.7.3 Nouvelles installations

À moins d'avis spécifique aux plans et sauf pour les ancrés dans le roc, l'écrou à cosse pour la tige d'ancrage doit comporter 4 emplacements pour les haubans et pouvoir supporter les efforts prévus pour 4 utilisations.

2.8 Gradation

Lorsqu'un poteau est installé dans une ligne existante et que ce poteau n'est pas de la même longueur que les poteaux adjacents, on doit s'assurer que l'inclinaison des fils que supportent ces poteaux ne soit pas supérieure à 5 % sur 30 m, sinon les poteaux adjacents doivent être remplacés. Ainsi, la gradation d'une ligne doit se faire sans dépasser une longueur additionnelle de 1,5 m entre chaque poteau adjacent. Une gradation plus élevée doit être convenue préalablement.

2.9 Charge admissible des poteaux et des ancrés

Les tableaux ci-dessous présentent les charges admissibles (coefficient de charge inclus) des différents systèmes d'ancrage et la capacité portante des plaques d'appui utilisées par les entreprises en fonction des classes de sol harmonisées et de la classe de construction du CSA. Les renseignements sur les classes de sols sont contenus à l'[article 4](#).

Tableau 5
Charge admissible sur la tige d'ancrage selon la classe de construction

Tige	Charge admissible maximale sur la tige d'ancrage (kN)	
	Classe de construction 1	Classe de construction 2
5/8 po	36	47
¾ po	52	67
1 po	93	120
1 po HR	140	180
1¼ po	140	180
Tube 1½ po	173	223

Tableau 6
Charges admissibles des ancrés pour une classe de construction 2³

Type d'ancre	Tige	Classes de sol				
		A	B	C	D	E
		Charge admissible des ancrés (kN)				
Hélice 10 po	¾ po	67	67	43	32	17
Hélice 10 po	1 po HR	96	81	43	32	17
Hélice double 10 po	¾ po	67	67	67	53	28
Hélice 14 po	1 po HR	135	113	61	45	24
Ailette	1 po	120	120	120	105	55
Expansible	1 po	120	120	85	63	33
Hélice SS3	Tube 1½ po	s. o.	s. o.	160	118	62
Plaque 16 po x 16 po	¾ po	67	67	67	66	35
Plaque 20 po x 20 po	1 po	120	120	113	84	44
Plaque 20 po x 20 po	1¼ po	180	180	113	84	44
Plaque 30 po x 30 po	1¼ po	180	180	170	126	66
Bûche 0,3 m x 1,8 m	1¼ po	180	180	180	174	91

On doit multiplier cette charge par 0,8 pour obtenir la charge admissible pour la classe de construction 1.

³ Certaines ancrés existantes sont données à titre de référence pour les charges admissibles.

Tableau 7
Charges admissibles des appuis pour une classe de construction 2

Type d'appui	Classes de sol				
	A	B	C	D	E
	<i>Charge admissible des plaques ou bûches (kN)</i>				
Plaque d'appui de 750 mm	371	311	167	124	65
Plaque d'appui de 600 mm	296	248	134	99	52
Bûche de 0,3 m x 1,8 m	402	337	181	134	70

On doit multiplier cette charge par 0,8 pour obtenir la charge admissible pour la classe de construction 1.

Le [tableau 8](#) présente les charges admissibles au sol en fonction de la surface d'appui des poteaux pour une classe de construction 2. Une plaque d'appui ou un autre dispositif de renforcement doit être mis en place si les charges calculées excèdent les valeurs figurant au tableau.

Tableau 8
Charge admissible au sol des poteaux pour la classe de construction 2

Charge admissible au sol en fonction de la surface d'appui des poteaux (kN)							
<i>Classe de sol A</i>							
Longueur/Classe du poteau	1	2	3	4	5	6	7
30	145	136	127	118	111	102	96
35	155	146	136	127	118	109	102
40	164	153	144	133	123	114	107
45	170	161	151	140	129	120	112
50	179	166	155	145	134	125	117
<i>Classe de sol B</i>							
Longueur/Classe du poteau	1	2	3	4	5	6	7
30	121	114	106	99	93	86	80
35	130	123	114	106	99	91	86
40	137	128	121	112	103	95	90
45	143	135	126	117	108	101	94
50	150	139	130	121	112	105	98
<i>Classe de sol C</i>							
Longueur/Classe du poteau	1	2	3	4	5	6	7
30	65	61	57	53	50	46	43
35	70	66	61	57	53	49	46
40	74	69	65	60	55	51	48
45	77	73	68	63	58	54	50
50	81	75	70	65	60	57	53
<i>Classe de sol D</i>							
Longueur/Classe du poteau	1	2	3	4	5	6	7
30	48	45	42	39	37	34	32
35	52	49	45	42	39	36	34
40	55	51	48	45	41	38	36
45	57	54	50	47	43	40	37
50	60	55	52	48	45	42	39

Tableau 8
Charge admissible au sol des poteaux pour la classe de construction 2
(suite)

<i>Classe de sol E</i>							
Longueur/Classe du poteau	1	2	3	4	5	6	7
30	25	24	22	21	19	18	17
35	27	26	24	22	21	19	18
40	29	27	25	23	21	20	19
45	30	28	26	25	23	21	20
50	31	29	27	25	23	22	20

On doit multiplier cette charge par 0,8 pour obtenir la charge admissible pour la classe de construction 1.

2.10 Tension des torons de télécommunication

Le concepteur doit toujours respecter les critères du [tableau 19](#) pour chaque toron installé. Les structures doivent être conçues en conséquence, même si le toron est moins chargé initialement. Cette approche représente la majorité des situations rencontrées et permet d'ajouter des câbles sur le toron existant sans l'obligation de refaire l'ingénierie de la ligne.

Les figures 1 à 4 présentent les tensions maximales des torons de télécommunication 6M et 10M en fonction des portées et pour différentes catégories de diamètres de câbles. Le calcul exact des flèches et tensions des câbles de communication sur torons est disponible dans le logiciel SimPAS. Ces figures montrent la tension maximale permise de chaque toron (ex. : 6M = 17 200 N (60 % de 28 700 N) et 10M = 32 000 N (60 % de 53 300 N).

2.11 Caractéristiques des torons de télécommunication

Le toron est composé de 7 brins d'acier galvanisé. Il sert à supporter des câbles de télécommunication entre les structures aériennes. Il est conçu pour résister à la corrosion et on ne doit pas excéder 60 % de sa tension de rupture afin d'éviter l'élongation permanente. Le [tableau 9](#) présente les caractéristiques des torons. Un câble avec toron autoporteur peut être utilisé à la condition que le toron puisse supporter les mêmes charges que le toron correspondant dans le tableau.

Tableau 9
Caractéristiques des torons

	Type de toron			
Caractéristiques	6M	10M	16M	25M
Diamètre extérieur (mm)	6,4	9,5	11,1	12,7
Résistance à la rupture (N)	28 690	53 376	76 950	113 646
Tension normale de pose à 16 °C (N)	4890	9340	16 010	35 580
Masse (kg/m)	0,192	0,402	0,579	0,761

La flèche est la distance entre le toron et une ligne droite reliant les points d'attaches au poteau. Elle est tributaire du poids du toron et des câbles supportés par le toron. Cette flèche varie avec la température qui dilate ou contracte l'acier du toron et avec le poids de la glace et du vent.

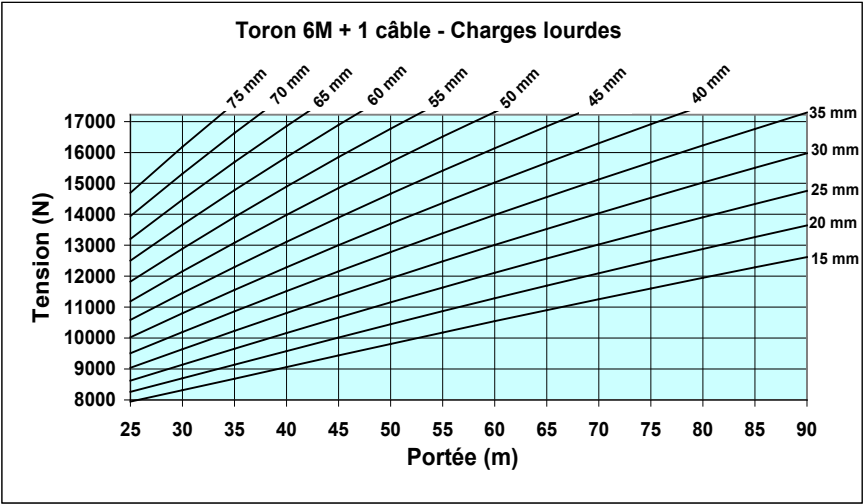


Figure 1 - Tension d'un toron 6M avec un câble

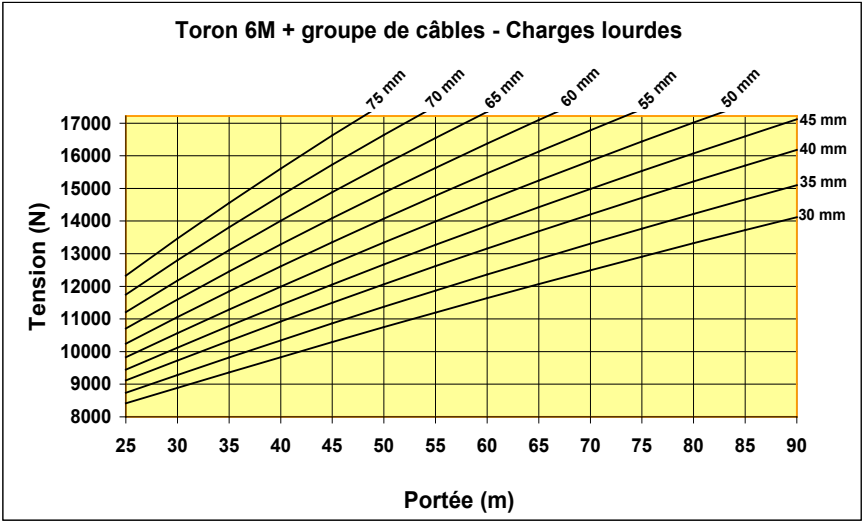


Figure 2 - Tension d'un toron 6M avec un groupe de câbles

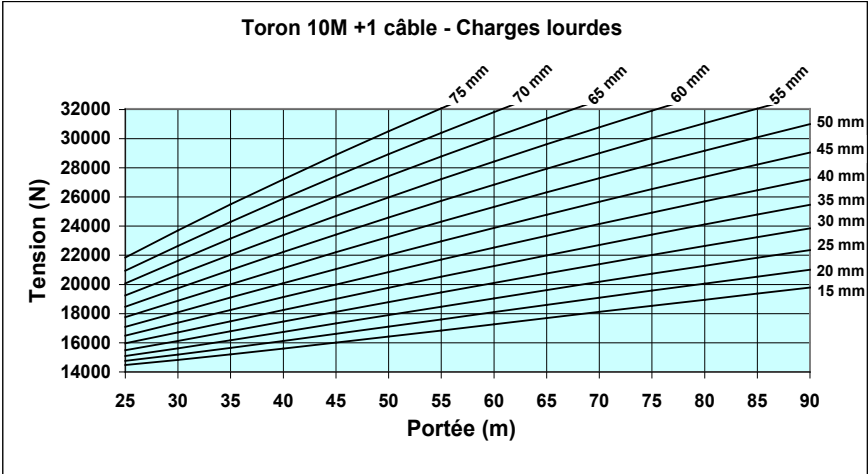


Figure 3 - Tension d'un toron 10M avec un câble

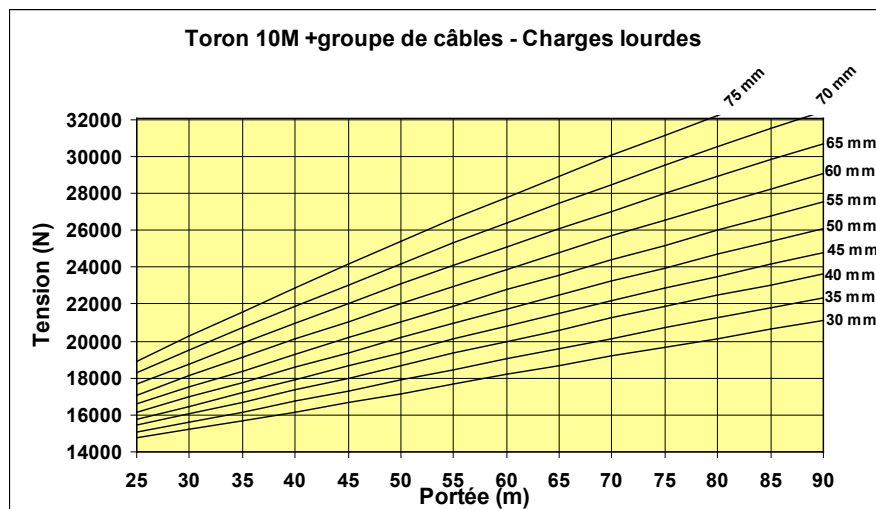


Figure 4 - Tension d'un toron 10M avec un groupe de câbles

2.12 Poids des câbles de télécommunication

La [figure 5](#) présente la relation entre le poids et le diamètre des câbles de télécommunication. Un polynôme caractérise les câbles de cuivre. Un autre polynôme représente les câbles de fibre optique et coaxiaux. Les données exactes de chaque câble est disponible dans le logiciel SimPAS.

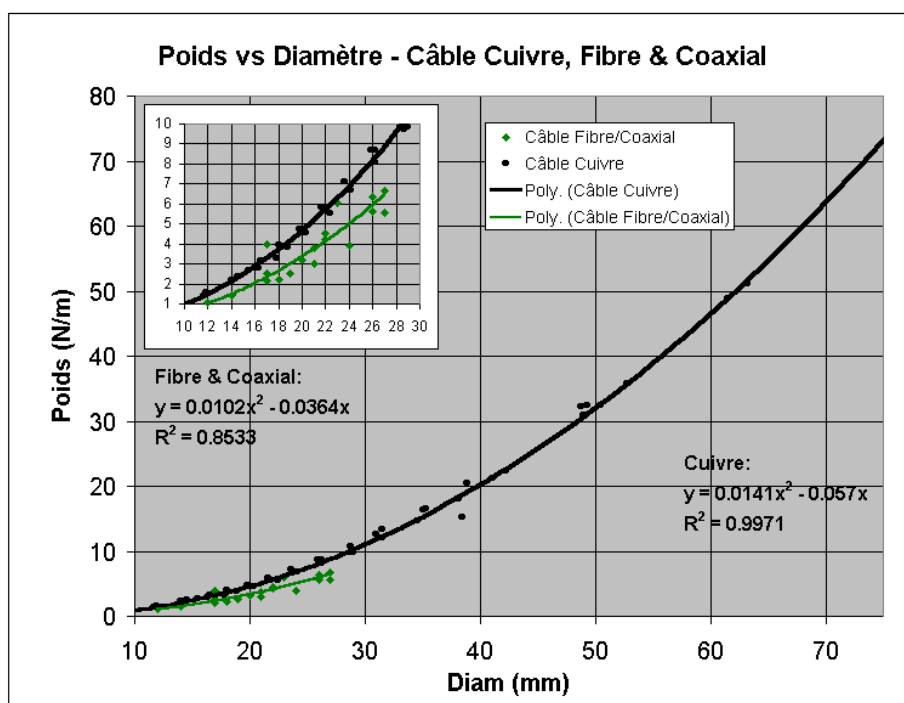


Figure 5 - Poids en fonction du diamètre des câbles de télécommunication

3 ZONES À RISQUE

Les zones à risque sont des territoires susceptibles de recevoir plus de 45 mm de verglas sur une période de cent ans. Ces zones ont été établies grâce à des données statistiques enregistrées depuis de nombreuses années. Elles sont présentées à la [figure 6](#).

Certaines lignes, stratégiques pour Hydro-Québec, sont classifiées et identifiées robustes avec un clou. Elles ont une résistance supérieure déterminée par Hydro-Québec.

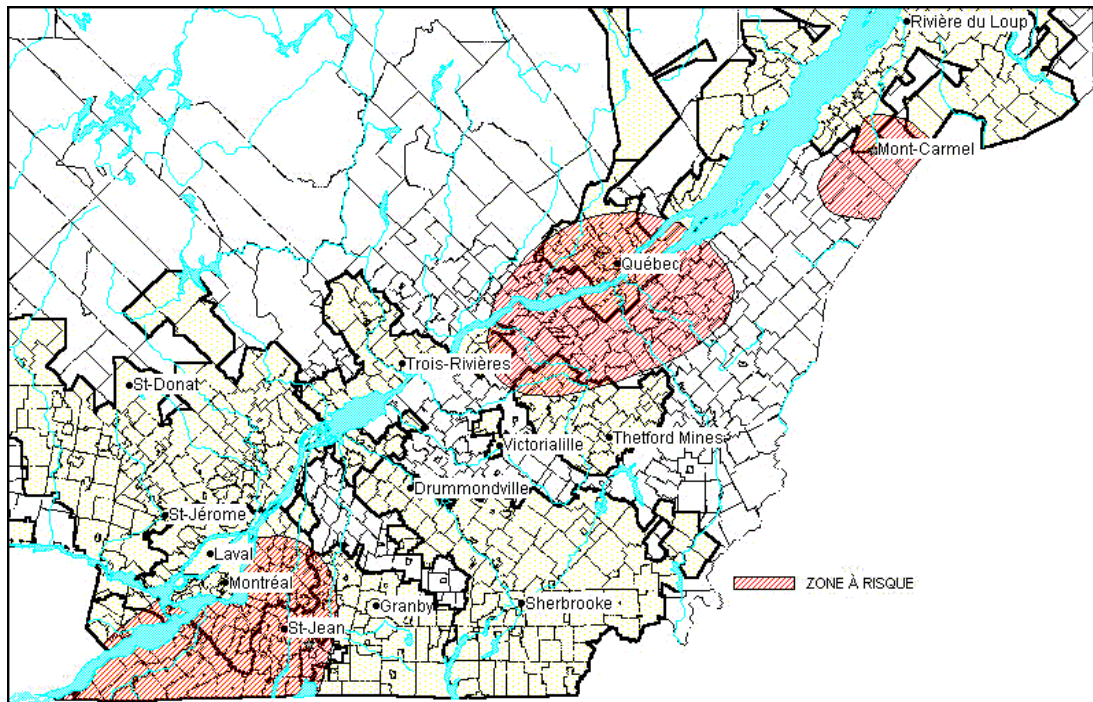


Figure 6 - Carte des zones à risque

4 CLASSIFICATION DES SOLS

Les [tableaux 10 et 11](#) présentent la classification de sol harmonisée entre les propriétaires de poteaux. Cette classification compte 5 classes alphabétiques, en plus du roc et des matières organiques.

Lors de l'ingénierie du projet, si le type de sol en place n'est pas encore déterminé lors d'une visite sur le terrain, la classification du sol est faite à partir des cartes de dépôt de surface liées à l'inventaire forestier du [Ministère des Ressources naturelles et de la Faune](#). On utilise la classe de sol des [tableaux 10 et 11](#) correspondant à la classe de sol de la carte de dépôts de surface pour un nouveau poteau ou une nouvelle ancre et la classe de sol du [tableau 10](#), augmentée de 1, pour un poteau existant ou pour une ancre existante.

Si une Partie dispose d'une étude de sol qui a été faite sur la zone concernée et qui ne correspond pas à une classe de sol identifiée dans les [tableaux 10 et 11](#), elle doit la communiquer à l'autre Partie intéressée. De plus, dans l'éventualité d'une validation du sol lors du creusage pour l'installation du poteau ou de l'ancre, l'utilisation de la sonde AB Chance est une référence acceptée.

Tableau 10
Classification des sols harmonisée

Classe de sol	Nature du sol	Description	Caractéristiques
Roc	s. o.	s. o.	
A	Cohérent	Moraine - autre sol raffermi	
	Pulvérulent	Pierre concassé Gravier, sable graveleux dense	Pelleté très difficilement lorsque compacté
B	Cohérent	Argile dure	Sol rayé difficilement par l'ongle du pouce
	Pulvérulent	Gravier sableux moyennement dense	
	Pulvérulent	Sable durci	Les côtés du trou restent verticaux pendant l'excavation, sol pelleté difficilement
C	Cohérent	Argile très raide	Sol rayé facilement par l'ongle du pouce
	Pulvérulent	Sable grossier et sable graveleux moyennement dense	
	Mixte	Mélange argileux et graveleux	
D	Cohérent	Argile raide	Sol marqué facilement par le pouce, mais pénétré seulement avec beaucoup d'efforts
	Pulvérulent	Sable grossier lâche Sable meuble et compact	Sol qui tend à couler dans l'excavation, pelleté facilement
	Cohérent	Argile molle	Sol pénétré de plusieurs centimètres par le pouce avec un effort modéré
E	Cohérent	Argile très molle	Sol pénétré de plusieurs centimètres par le pouce avec un effort modéré
	Pulvérulent	Sable lâche	Sol coule dans l'excavation
	Autre	Remblai non organique	Généralement propre et granuleux
Matière organique	Autre	Terre noire, tourbière, marécage	

Tableau 11
Classification des sols en fonction du dépôt de surface

Classe de sol	Sonde AB Chance lb-po (N-m)	N selon ASTM D1586 ⁴	Résistance au cisaillement non drainé Cu Sol cohérent (kPa)	Équivalence Carte de dépôt de surface	Contraintes ultimes (kPa)
Roc	s. o.	s. o.	s. o.	R	s. o.
A	500 et plus (56 et plus)	> 35	> 200	1A, 1AR, 1B, 1BD, 1BC, 1BF, 1BP, 2A, 2AE, 2AK	856
B	400-500 (45-56)	25-35	100-200	2B, 2BD, 2BE	718
C	300-400 (34-45)	15-25	50-100	3, 4GS, 5S	386
D	200-300 (23-34)	7-15	25-50	4, 4GA, 6, 8, 9, 5L	286
E	100-200 (11-23)	< 4-7	12-25	5A-7	150
Matière organique	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.

⁴ Le nombre N est le nombre de coup de bélier de 63,5 kg chutant de 760 mm nécessaire pour faire pénétrer dans le sol un tube à cuillère fendue de 51 mm de diamètre sur deux 150 mm consécutifs ou sur les derniers 300 mm.

5 CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE DE BASE DE POTEAU ET DE TORON

Le poteau et ses ancres doivent être prévus pour accueillir plus d'un utilisateur. Exceptionnellement, un poteau peut être réservé ou continuer d'être utilisé pour un usage seul ou pour un nombre limité d'utilisateurs, par exemple, à la demande du futur propriétaire du poteau, d'un gouvernement ou d'un propriétaire foncier encore ou pour une raison technique. Le manque d'espace sur un poteau peut cependant entraîner un refus ou une modification de la demande.

Les poteaux doivent être conçus pour supporter les attaches et les équipements des utilisateurs. Toute nouvelle installation doit respecter les espaces prévus au [tableau 19](#), sauf lors de remplacement de poteaux existants.

Le choix de la structure de base minimale se fait selon la configuration de réseau lors de l'identification des besoins pour la construction initiale selon le [tableau 19](#). Pour l'installation d'un équipement ou de charges plus grandes que celles indiquées au [tableau 19](#) pour répondre au besoin d'une Partie, une longueur ou une classe additionnelle peut être aussi nécessaire. Celle-ci n'est pas comprise dans la structure de base minimale et est à la charge du requérant.

Les caractéristiques d'un poteau pour usage seul ou d'un poteau commun remplacé dans une ligne existante, de même que les dimensions de leurs torons doivent être du même type que le poteau ou le toron existant.

Lorsqu'une longueur additionnelle est nécessaire pour une Partie, cette dernière subit le déficit de longueur que ceci entraîne dans la longueur additionnelle en raison d'un plantage plus profond selon la norme.

Les poteaux existants sont présumés être conformes aux normes tant que ceux-ci ne sont pas remplacés par de nouveaux poteaux. Le remplacement de poteau dans le seul but de se conformer au [tableau 19](#) n'est pas requis, à la condition que les dégagements dans le poteau et avec le sol soient respectés.

5.1 Définition d'un milieu

- **Milieu urbain résidentiel, commercial et industriel léger** : Toute partie de territoire où l'on trouve ou compte trouver, à l'intérieur d'une période de deux ans de la date d'implantation d'un poteau, dans le voisinage immédiat de ce poteau, une concentration de dix établissements résidentiels, commerciaux ou industriels légers le long de routes, de rues ou de croisées de chemins, ayant entre chaque établissement voisin une distance maximale de 150 m.
- **Milieu urbain industriel lourd** : Partie de territoire qui correspond à la définition de milieu urbain résidentiel et commercial, qui est désignée comme industrielle par l'autorité concernée, et qui compte en plus des entreprises de transport, de fabrication ou de transformation. Pour les parcs en usage en commun avec Telus, à moins d'avis contraire à cet effet, seul le parc industriel de St-Augustin-de-Desmaures répond à cette définition.
- **Milieu rural** : Toute partie de territoire qui ne répond pas aux critères du milieu urbain.

5.2 Espace des utilisateurs d'un poteau

Les attaches sont normalement disposées selon l'ordre suivant dans le poteau, à partir du haut :

- Hydro-Québec, pour son réseau électrique ;
- Espace neutre ;
- Éclairage public dans la zone neutre (selon le cas) ;
- Hydro-Québec, pour sa télécommunication (s'il y a lieu) ;
- Espace excédentaire pour un locataire (s'il y a lieu) ;
- Compagnie de télécommunication en usage en commun ;
- Éclairage décoratif public (s'il y a lieu).

Cet ordre ne veut pas dire que ces espaces sont réservés d'office pour un utilisateur potentiel.

Hydro-Québec, la Compagnie de télécommunication en usage en commun ou un locataire doivent poser leurs attaches lors de l'installation initiale du poteau, dans le respect de cette norme et des espaces qui y sont décrits. Par la suite, les trois conditions suivantes peuvent se présenter :

- Espace suffisant sans réarrangement
Si la longueur du poteau est suffisante pour permettre à une Partie d'occuper l'espace décrit ci-après, cette Partie s'y installe en respectant les charges prévues initialement et les exigences de cette norme ;
- Espace suffisant avec un réarrangement
Si la longueur du poteau est suffisante pour permettre à chaque Partie, par un simple réarrangement des attaches, d'utiliser l'espace décrit ci-après tout en respectant la présente norme, on doit prévoir un réaménagement du poteau ;
- Espace insuffisant
Si la longueur du poteau est insuffisante pour permettre à un utilisateur de s'installer dans le poteau tout en permettant aux autres utilisateurs de respecter leurs espaces et la présente norme, on doit prévoir le remplacement du poteau. Si le poteau ne peut pas être remplacé pour une raison technique, la demande doit être modifiée ou refusée.

5.2.1 Espace d'Hydro-Québec pour son réseau électrique

L'espace d'Hydro-Québec est celui identifié au [tableau 19](#), en plus de la projection sur le poteau de la flèche maximale du conducteur d'alimentation le plus bas, ce qui inclut une partie de l'espace neutre, pouvant même aller jusqu'à l'excéder pour un conducteur neutre seulement dans les portées de plus de 75 m.

5.2.2 Espace neutre

L'espace minimal pour la zone neutre est de 1000 mm (pour tous les montages, incluant également les régulateurs sur plate-forme) ou de 750 mm pour les poteaux ne servant qu'au haubanage. Cet espace peut être réduit à 600 mm pour un fil de client de télécommunication dérivé. Toutefois, pour les portées égales ou inférieures à 75 m, cet espace minimal sur la structure doit être tel que le neutre ou le conducteur électrique basse tension le plus bas ne puisse pas descendre plus bas que la ligne de visée du câble de télécommunication le plus élevé.

Dans les portées de plus de 75 m, le neutre commun mis à la terre peut descendre plus bas que la ligne de visée des câbles de télécommunication, pourvu qu'il soit à au moins 300 mm au-dessus des câbles de télécommunication situés dans la portée, dans les conditions suivantes :

- le conducteur neutre est à sa flèche maximale due à l'échauffement maximal ou aux charges maximales de verglas ; ET
- le toron et le câble de télécommunication sont à leur flèche à 45 °C.

5.2.3 Espace excédentaire additionnel

L'espace excédentaire additionnel est un espace qui est parfois disponible sur certains poteaux communs. Dans un poteau en milieu urbain industriel lourd, il est situé sous la flèche maximale du conducteur le plus bas d'Hydro-Québec et au-dessus de l'espace excédentaire pour un locataire, tout en conservant l'espace neutre minimal de 1000 mm. Dans les autres milieux, il est situé à 300 mm sous l'attache du câble le plus bas de la Compagnie de télécommunication en usage en commun avec Hydro-Québec. Le nouveau câble doit respecter les dégagements minimaux au sol prescrits dans le [tableau 19](#) et ne pas interférer avec le câble existant dans la portée.

Hydro-Québec pour sa télécommunication interne, la Compagnie en usage en commun avec Hydro-Québec ou un locataire après entente avec le propriétaire du poteau peuvent utiliser cet espace.

5.2.4 Espace excédentaire pour un locataire

L'espace excédentaire disponible utilisable en premier par un locataire est un espace excédentaire rendu disponible par le propriétaire du poteau. Le locataire peut l'utiliser grâce à une entente de location avec le propriétaire du poteau. Hydro-Québec pour sa télécommunication et la Compagnie de télécommunication en usage en commun avec Hydro-Québec peuvent aussi utiliser cet espace s'il est disponible, dans le respect des ententes avec le propriétaire du poteau.

Cet espace a 300 mm et est situé juste en dessous de l'espace neutre ou au-dessous de l'espace qu'Hydro-Québec utilise pour sa télécommunication en dessous de l'espace neutre. En milieu rural, aucun espace n'est prévu pour l'utilisation par un locataire. Cet espace peut être utilisé pour desservir un client ou un groupe de clients et correspond au point d'attache du câble ou fil de télécommunication.

Dans le réseau existant, il peut arriver que le toron du locataire ait été installé en dessous de celui de la Compagnie de télécommunication en usage en commun. Cette situation est acceptable et ne requiert pas le réarrangement des attaches pour se conformer aux espaces décrits plus haut. Cependant, si cette installation cause un croisement de torons, le locataire doit corriger la situation en relocalisant son toron selon la norme actuelle.

De plus, la Compagnie de télécommunication en usage en commun peut aussi utiliser le toron du locataire après entente avec ce dernier.

5.2.5 Espace de la Compagnie de télécommunication en usage en commun avec Hydro-Québec

En milieu urbain, résidentiel, et commercial, l'espace de la Compagnie de télécommunication en usage en commun débute à 300 mm en dessous de la limite inférieure de l'espace neutre ; en milieu rural, il débute immédiatement après l'espace neutre. En milieu industriel lourd, il débute à 600 mm de l'espace neutre. La limite supérieure de l'espace de la Compagnie de télécommunication en usage en commun par rapport au sommet du poteau est spécifiée au [tableau 19](#). La dimension de cet espace est de

300 mm, en plus de la projection sur le poteau de la flèche générée par les câbles sur le toron. De plus, la limite inférieure de l'espace doit permettre au toron de respecter les dégagements minimaux du [tableau 19](#).

Cet espace dans un poteau peut être utilisé pour desservir un client ou un groupe de clients et correspond au point d'attache du câble ou du fil de télécommunication. Le locataire peut aussi utiliser le toron de la Compagnie de télécommunication en usage en commun avec Hydro-Québec pour installer son câble, en respectant les ententes entre la Compagnie de télécommunication en usage en commun et le propriétaire du poteau.

5.2.6 Espace résiduel dans le bas du poteau commun

Cet espace correspond à la partie enfouie et à la partie du poteau nécessaire au dégagement minimal du [tableau 19](#) par rapport au sol. Un utilisateur peut y installer des équipements dans le respect des normes et des ententes avec le propriétaire du poteau.

5.3 Classe d'un poteau en fonction de l'équipement

Les poteaux en bois ont tendance à courber et à fléchir progressivement sous l'effet d'une charge continue et déséquilibrée. Sous une charge excentrique de plus de 590 kg appliquée au niveau de la zone électrique ou de la zone de télécommunication, on doit haubaner le poteau en sens opposé ou renforcer la fondation par un appui latéral. Le haubanage se fera de poteau à poteau ou au sol. Le hauban est fixé dans la zone basse tension. La classe du poteau haubané avec équipement ne doit pas être inférieure à 5.

On doit appliquer les critères du [tableau 12](#) pour un poteau en bois non haubané. Dans le cas des montages haubanés, la classe du poteau sera déterminée par un calcul de stabilité spécifique (à l'aide de SimPAS) et ne doit jamais être inférieure à 5.

Tableau 12
Classe minimale d'un poteau non haubané en fonction de l'équipement

Équipement unique (masse en kg)	Équipements groupés (masse en kg)	Classe minimale du poteau
420 et moins	960 et moins	5
421 à 840	961 à 1260	4
841 à 1045	1261 à 1560	3
1046 à 1270	1561 à 2460	2

5.4 Critères conception pour la pose de toron

La conception de la structure de base doit être faite en considérant qu'en arrière-lot, dans un milieu urbain résidentiel et commercial, un toron 6M est prévu. En avant-lot, dans un milieu urbain résidentiel et commercial ainsi que dans un milieu industriel ou rural, un toron 10M est prévu. Sauf avis contraire, dans les cas de prolongement de ligne de poteaux, le même type de toron doit être prévu lors de la conception. Tout prolongement de toron doit rejoindre un toron existant.

Les câbles de télécommunication servant à relier un client ou un groupe de clients doivent être supportés par un toron dans les cas suivants :

- à chaque fois qu'un branchement ou un embranchement est à mi-portée, le câble de télécommunication servant à relier une résidence doit toujours être installé à partir d'un toron ;
- dans les autres cas, pour un bâtiment commercial, industriel ou résidentiel de plus de 13 logements, il faut s'informer à la compagnie de télécommunications si la conception avec toron est nécessaire.

6 ESSENCES ET TRAITEMENTS DES POTEAUX

Les essences et traitements des poteaux en bois neufs et réutilisés doivent respecter le [tableau 13](#) et les critères d'environnement de l'[article 14.1](#). Tous les nouveaux poteaux traités doivent l'être au CCA-PA. On ne peut pas réutiliser des poteaux traités au CCA-PEG.

Tableau 13
Essences et traitements des poteaux en fonction de l'accessibilité

Essence	Traitement	Obligation d'être accessible par engin élévateur ⁵
Pin rouge (RP)	PENTA, CCA-PA	Non
	CCA, CCA PEG, CCA PEG +	Oui
Pin gris (JP)	PENTA, CCA-PA	Non
	CCA, CCA PEG, CCA PEG +	Oui
Pin jaune du Sud (SYP)	PENTA	Oui
Pin Murray (LPP)	PENTA	Non
Sapin de la Colombie (BCF)	PENTA	Non
Cèdre rouge de l'Ouest (WRC)	PENTA, Non traité	Non

⁵ Un poteau est réputé être accessible en tout temps par engin élévateur lorsque la distance horizontale qui sépare la patte stabilisatrice du camion appuyée sur la partie solide du sol la plus près du poteau et le poteau lui-même est de 6 m ou moins pour les poteaux jusqu'à 40 pi et de 5 m ou moins pour les poteaux de 45 pi et que la route ou le chemin qui permet l'accès au site est entretenu tout au long de l'année. De plus, le véhicule en position de travail doit être incliné d'au plus de 5°. Lorsqu'un poteau ne satisfait pas à un de ces trois critères, il est réputé être inaccessible par engin élévateur.