

titre		numéro	
<b>Exigences techniques relatives au raccordement de charges déformantes au réseau de distribution d'Hydro-Québec</b>		C.25-01	
		page	1 de 21
révision de la version de		2005-12	
date d'entrée en vigueur		2014-01	
préparé par	vérifié par	validé par	recommandé par
Jean Bertin-Mahieux, ing. Stratégies réseau 14 I 1 C	Révision linguistique	Bruno Houle, ing., chef Stratégies réseau	Denis Chartrand, ing., chef Stratégies et encadrements du réseau
unités intéressées	sceau de l'ingénieur	approuvé par	date
Toutes les unités d'Hydro-Québec Distribution		André Potvin, ing., directeur Encadrement réseau et planification	2014-07-14

## SOMMAIRE

	Titre	Page
1	<b>OBJET</b> .....	3
2	<b>DOMAINE D'APPLICATION</b> .....	3
3	<b>PORTÉE</b> .....	3
4	<b>RÉFÉRENCES</b> .....	3
5	<b>DÉFINITIONS</b> .....	4
6	<b>ORIGINE DU PHÉNOMÈNE</b> .....	5
7	<b>PARAMÈTRES DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION</b> .....	5
7.1	Point d'évaluation .....	5
7.2	Puissance de court-circuit du réseau ( $S_{cc}$ ) et impédances harmoniques .....	5
7.3	Puissance de référence ( $S_r$ ) .....	5
8	<b>CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION DU CLIENT</b> .	6
8.1	Conditions générales de fonctionnement de l'installation .....	6
8.2	Conditions occasionnelles de fonctionnement de l'installation .....	6
9	<b>LIMITES D'ÉMISSION</b> .....	6
9.1	Niveau d'émission .....	6
9.2	Respect des limites d'émission .....	7
9.2.1	Évaluation simplifiée .....	7
9.2.2	Évaluation détaillée .....	9
9.2.2.1	Étude d'émission .....	9
9.2.2.2	Limites d'émission des courants harmoniques et interharmoniques .....	9
9.2.2.3	Niveaux d'émission des courants harmoniques de l'installation .....	11
9.2.2.4	Exemple .....	13
9.3	Mesure du niveau d'émission .....	14

directive  norme  méthode

corporative  sectorielle

numéro	<b>C.25-01</b>		
page	<b>2</b>	de	<b>21</b>

9.4 Informations requises ..... 15

9.5 Mise en garde ..... 15

**10 RESPONSABLE DE L'IMPLANTATION ..... 16**

**11 RESPONSABLES DE L'APPLICATION..... 16**

**ANNEXES**

**A - Méthode de calcul et de mesure des harmoniques et interharmoniques..... 17**

**B - Principe de sommation des composantes harmoniques ..... 21**

## 1 OBJET

La présente norme établit les limites d'émission des harmoniques, incluant les interharmoniques, sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec et les méthodes d'évaluation de cette perturbation.

Cette norme remplace deux encadrements d'Hydro-Québec :

- norme C.25-01 (2005-12), *Exigences relatives à l'émission d'harmoniques par les installations de clients raccordées au réseau de distribution d'Hydro-Québec* ;
- C.25-01A-1 (2013-06), *Addenda 1 à la norme C.25-01*.

## 2 DOMAINE D'APPLICATION

Les limites d'émission de perturbations et les méthodes d'évaluation du niveau d'émission de ces perturbations s'appliquent à toute installation de client à raccorder au réseau de distribution, moyenne et basse tension, d'Hydro-Québec, y compris la remise en service d'une installation totalement ou partiellement fermée.

Elles s'appliquent également à l'installation raccordée au réseau de distribution lors de toute modification de celle-ci pouvant changer ses niveaux maxima d'émission de perturbations, comme par exemple une modification d'équipement, de mode d'exploitation ou de fonctionnement de l'installation.

## 3 PORTÉE

Cette norme s'adresse à toute personne appelée à traiter le raccordement de charges déformantes au réseau de distribution, moyenne et basse tension, d'Hydro-Québec. Les clients doivent se conformer aux exigences qu'elle contient.

## 4 RÉFÉRENCES

La présente norme s'appuie principalement sur les normes et documents énumérés ci-dessous :

- Hydro-Québec, *Conditions de service d'électricité* ;
- Hydro-Québec, *Caractéristiques et cibles de qualité de la tension fournie par les réseaux moyenne et basse tension d'Hydro-Québec* ;
- Association canadienne de normalisation, CAN/CSA-C61000-2-2-04 (R2014), *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2 : Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension* ;

- Association canadienne de normalisation, CAN/CSA-C61000-2-12-04 (R2014), *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-12 : Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation* ;
- Association canadienne de normalisation, CAN/CSA-C61000-3-6:09 (R2014), *Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 3-6 : Limits – Assessment of Emission Limits for the Connection of Distorting Installations to MV, HV and EHV Power Systems* ;
- Association canadienne de normalisation, CAN/CSA-IEC 61000-4-7:13, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7 : Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés* ;
- Association canadienne de normalisation, CAN/CSA-C61000-4-30-10, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30 : Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*.

## 5 DÉFINITIONS

**Charge déformante :** Charge qui cause la déformation de la tension ou du courant du réseau par lequel elle est alimentée.

**Harmoniques et interharmoniques :** Tensions ou courants sinusoïdaux dont les fréquences sont des multiples\* de la fréquence fondamentale du réseau (60 Hz).

\* Les multiples sont *entiers* dans le cas des harmoniques, au sens strict, et *non-entiers* dans le cas des interharmoniques.

**Point de raccordement :** Point où l'installation électrique est reliée à la ligne.

*Lorsqu'il y a un branchement distributeur, le point de raccordement est le point où se rencontrent le branchement client et le branchement distributeur. [Conditions de service d'électricité].*

**Probabilité d'occurrence à x % :** Valeur de non-dépassement probable en enlevant x % des pires valeurs. Par exemple : une probabilité d'occurrence hebdomadaire de 95 % est la valeur maximale enregistrée sur une période d'une semaine en enlevant 5 % des valeurs les plus élevées.

**Tension nominale de réseau :**

1° *basse tension : la tension nominale entre phases n'excédant pas 750 V ;*

2° *moyenne tension : la tension nominale entre phases de plus de 750 V et de moins de 44 000 V. Le terme 25 kV est utilisé pour désigner la tension triphasée à 14,4/24,94 kV, étoile, neutre mis à la terre ;*

3° *haute tension : la tension nominale entre phases de 44 000 V et plus ;*

*[Conditions de service d'électricité]*

## 6 ORIGINE DU PHÉNOMÈNE

Les courants harmoniques, incluant les interharmoniques, sont attribuables principalement aux charges déformantes, c'est-à-dire aux charges qui causent la déformation de la tension ou du courant du réseau par lequel elles sont alimentées. C'est le cas, par exemple, des entraînements à vitesse variable des moteurs ou des convertisseurs de puissance. Les harmoniques peuvent également être amplifiés par d'autres équipements perturbateurs, comme par exemple les batteries de condensateurs.

Les tensions harmoniques résultent de la circulation de ces courants harmoniques à travers l'impédance de réseau. Ces tensions harmoniques se superposent à la tension fondamentale du réseau.

Les harmoniques causent l'échauffement des câbles, transformateurs, moteurs et condensateurs, ce qui réduit leur durée de vie. Les harmoniques peuvent aussi causer le mauvais fonctionnement d'équipements électroniques.

## 7 PARAMÈTRES DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Les principaux paramètres suivants du réseau de distribution servent d'intrants aux évaluations.

### 7.1 Point d'évaluation

Le point d'évaluation est un point situé du côté du réseau de distribution où doit être évalué le niveau d'émission de l'installation. Ce point correspond généralement au point de raccordement.

Un autre point d'évaluation peut être spécifié par Hydro-Québec selon les caractéristiques spécifiques du réseau de distribution et les autres installations raccordées à proximité.

Si une installation comporte plusieurs points de raccordement au réseau de distribution, le niveau d'émission doit être évalué à tous ces points d'évaluation.

### 7.2 Puissance de court-circuit du réseau ( $S_{cc}$ ) et impédances harmoniques

La puissance de court-circuit triphasée du réseau de distribution ( $S_{cc}$ ) en MVA correspond au courant de court-circuit pour un défaut triphasé au point d'évaluation de l'installation.

Les valeurs théoriques de  $S_{cc}$  et des impédances harmoniques sont fournies par Hydro-Québec, au point d'évaluation, exclusivement aux fins d'évaluation du respect des limites d'émission.

### 7.3 Puissance de référence ( $S_r$ )

La puissance de référence ( $S_r$ ) correspond à la puissance maximale en MVA de l'installation.

Cette puissance de référence ( $S_r$ ) est utilisée pour déterminer les limites d'émission applicables à l'installation.

## 8 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION DU CLIENT

Les conditions de fonctionnement de l'installation suivantes servent également d'intrants à l'évaluation détaillée du respect des limites.

D'autres conditions générales ou occasionnelles de fonctionnement de l'installation peuvent être spécifiées par Hydro-Québec.

### 8.1 Conditions générales de fonctionnement de l'installation

Les conditions générales de fonctionnement de l'installation comprennent les conditions de fonctionnement (ou d'exploitation) de l'installation les plus défavorables et fréquentes ou prolongées, généralement en mode simple contingence (n-1) qui, dans leur ensemble, sont susceptibles statistiquement de se produire plus de 5 % du temps annuellement.

### 8.2 Conditions occasionnelles de fonctionnement de l'installation

Les conditions occasionnelles de fonctionnement de l'installation comprennent les conditions de fonctionnement (ou d'exploitation) de l'installation qui, dans leur ensemble, ne peuvent se produire qu'occasionnellement jusqu'à 5 % du temps annuellement. Elles correspondent notamment aux conditions avec indisponibilité d'équipements en mode dégradé pouvant se produire de façon occasionnelle et donner lieu à un niveau d'émission accru.

## 9 LIMITES D'ÉMISSION

Les limites d'émission visent à assurer et à maintenir la qualité de la tension d'alimentation fournie par le réseau de distribution d'Hydro-Québec.

Les limites d'émission sont les valeurs maximales autorisées, au point d'évaluation, du niveau des perturbations de l'onde électrique émises par l'installation sur le réseau de distribution.

Les limites d'émission d'harmoniques comprennent les limites d'émission des courants harmoniques, les limites d'émission des courants interharmoniques et la limite d'émission de la distorsion harmonique totale de courant.

### 9.1 Niveau d'émission

Le niveau d'émission est la contribution de l'installation au niveau des perturbations susceptibles d'être transmises par l'installation au réseau de distribution.

Note 1 : L'étude réalisée suite à la modification d'une installation existante doit inclure la contribution de TOUS les équipements de l'installation : les équipements, ajoutés ou modifiés, ainsi que les anciens équipements qui n'ont pas été modifiés.

Note 2 : Les équipements d'éclairage font toujours partie des équipements à considérer.

Le niveau d'émission doit être évalué selon les méthodes définies dans le présent document. Ce niveau d'émission doit être inférieur à la limite d'émission au point d'évaluation.

La mesure du niveau des perturbations doit être effectuée selon les indications générales de l'annexe A. Celles-ci doivent être complétées par un protocole, proposé par le client et accepté par Hydro-Québec, pour évaluer le niveau d'émission.

## 9.2 Respect des limites d'émission

Le client doit fournir à Hydro-Québec une évaluation simplifiée ou, le cas échéant, une évaluation détaillée montrant que l'installation respecte les limites d'émission.

### 9.2.1 Évaluation simplifiée

Pour se prévaloir de l'évaluation simplifiée, le client doit montrer que le rapport entre la puissance perturbatrice pondérée et la puissance de court-circuit triphasé au point d'évaluation est inférieur ou égal à 0,2 % :

$$S_{pMi} / S_{cc} \leq 0,2 \%$$

Où :

- $S_{pMi}$  est la puissance perturbatrice pondérée du client ;
- $S_{cc}$  est la puissance de court-circuit triphasé au point d'évaluation dans le cas du scénario faible.

La puissance perturbatrice pondérée ( $S_{pMi}$ ) se calcule à l'aide de la formule suivante :

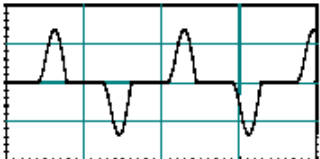
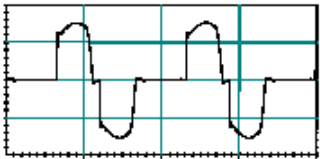
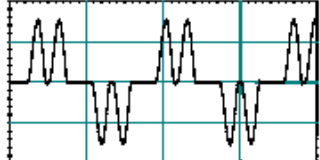
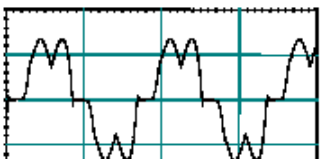
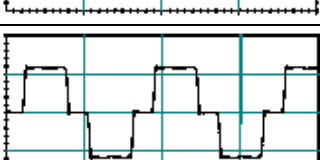
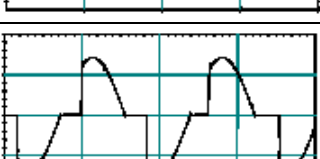
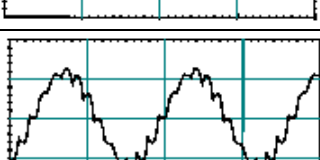
$$S_{pMi} = \sum_j S_{pj} M_j$$

Où :

- $S_{pj}$  est la puissance nominale de la  $j^{\text{e}}$  charge déformante;
- $M_j$  est le facteur de pondération de la  $j^{\text{e}}$  charge déformante, extrait du tableau I.

Note : Si les caractéristiques de l'équipement producteur d'harmoniques n'apparaissent pas au tableau I, le facteur de pondération  $M_j$  à utiliser est 2,5.

**Tableau I - Facteurs de pondération pour différentes charges non linéaires**

Type de charge	Forme de l'onde de courant	Facteur de distorsion harmonique en courant (typique)	Facteur de pondération (M <sub>j</sub> )
Bloc d'alimentation monophasé pour charge électronique (redressement et lissage capacitif)		80 % (3 <sup>e</sup> élevé)	2,5
Convertisseur semi-commandé		2 <sup>e</sup> , 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> élevés pour de faibles valeurs de charge	2,5
Redresseur à 6 pulsations, lissage capacitif, pas d'inductance série		80 %	2,0
Redresseur à 6 pulsations, lissage capacitif avec inductance série > 3 % ou entraînement c. c.		40 %	1,0
Redresseur à 6 pulsations avec grande inductance série pour le lissage du courant		28 %	0,8
Gradateur de tension alternative		Varie selon l'angle d'allumage	0,7
Redresseur à 12 pulsations		15 %	0,5



## 9.2.2 Évaluation détaillée

### 9.2.2.1 Étude d'émission

Lorsque le critère de l'évaluation simplifiée n'est pas respecté, une étude d'émission doit être fournie à Hydro-Québec par le client afin de démontrer que le niveau d'émission maximal prévu de l'installation ne dépasse pas les limites d'émission au point d'évaluation.

L'étude d'émission doit déterminer les équipements correcteurs et les moyens de mitigation requis, le cas échéant, pour respecter les limites d'émission et en tient compte.

L'étude d'émission doit être réalisée par un ingénieur (le titre et l'exercice de la profession d'ingénieur sont assujettis aux lois, codes ou règlements applicables au Québec).

L'étude d'émission doit inclure les informations requises et les résultats, incluant un tableau semblable au tableau V.

Le niveau d'émission doit être évalué selon des méthodes incluant les paramètres du réseau de distribution ainsi que les conditions de fonctionnement de l'installation.

### 9.2.2.2 Limites d'émission des courants harmoniques et interharmoniques

Pour permettre au client d'effectuer l'évaluation détaillée, Hydro-Québec fournit un tableau des impédances harmoniques complexes au point d'évaluation (voir exemple au tableau II). Les impédances sont calculées par Hydro-Québec selon trois scénarios d'exploitation du réseau pour couvrir les variations d'impédance. Ce tableau sert à Hydro-Québec pour calculer les limites d'émission, ainsi qu'au client pour, s'il y a lieu, établir les caractéristiques de ses filtres et de ses batteries de condensateurs.

Il s'agit ici de l'impédance harmonique maximale du réseau évaluée en composante directe seulement, sans tenir compte de l'effet de l'installation du client. Cependant, le client doit tenir compte de l'effet de son installation dans son évaluation des niveaux d'émission. L'interaction entre l'installation et le réseau, notamment celle entre les condensateurs ou les filtres de l'installation et le réseau, peut créer des résonances. Ces résonances peuvent causer une amplification des niveaux d'harmoniques dans le réseau de distribution. Les niveaux d'émission doivent tenir compte des résonances possibles et doivent être inférieurs aux limites d'émission.

Note : Chacune des impédances du réseau et de l'installation est valide pour la gamme de fréquences du *groupe harmonique* en entier. Par exemple, l'impédance au 3<sup>e</sup> harmonique est valide pour la gamme des fréquences comprises entre 150 Hz et 210 Hz, soit de l'harmonique 2,5 à l'harmonique 3,5.

**Tableau II - Exemple de tableau  
des impédances harmoniques complexes  
au point de raccordement (fourni par Hydro-Québec)**

Rang harmonique ( <i>h</i> )	Scénario fort		Scénario moyen		Scénario faible		$Z_{max}$
	Module	Angle	Module	Angle	Module	Angle	Module
1							
2							
3							
4							
5							
...							
50							

Hydro-Québec fournit aussi au client un tableau présentant la limite d'émission à respecter pour chaque rang harmonique, ainsi que la limite d'émission de la distorsion harmonique totale,  $L_{DHTi}$  (voir tableaux III et IV).

**Tableau III - Exemple de tableau des limites d'émission d'harmoniques  
en conditions générales de fonctionnement de l'installation  
(fourni par Hydro-Québec)**

<b>h</b>	<b><math>L_{IHhi}</math> (ampères)</b>
2	
3	
4	
...	...
50	
Limite de distorsion harmonique totale de courant $DHTI_i$ , $L_{DHTi}$ : _____	

Note : En conditions occasionnelles de fonctionnement de l'installation, les limites d'émission des courants harmoniques correspondent à 1,5 fois ces limites d'émission.

**Tableau IV - Exemple de tableau des limites d'émission d'interharmoniques en conditions générales de fonctionnement de l'installation (fourni par Hydro-Québec)**

<b>h</b>	<b>L<sub>IIHh</sub></b> (ampères)
1	
2	
3	
4	
...	
49	

Note : En conditions occasionnelles de fonctionnement de l'installation, les limites d'émission des courants interharmoniques correspondent à 1,5 fois ces limites d'émission.

Les limites d'émission s'appliquent à chacune des trois phases et le niveau d'émission le plus élevé des courants harmoniques et interharmoniques individuels pour chaque rang *h* ainsi que la distorsion harmonique totale de courant (*DHTI<sub>i</sub>*) doivent respecter ces limites.

#### 9.2.2.3 Niveaux d'émission des courants harmoniques de l'installation

Dans le cas où le client installe plusieurs charges déformantes, l'évaluation des courants doit se faire globalement et le courant harmonique total doit être calculé selon le principe de sommation des composantes harmoniques (voir annexe B).

L'annexe A spécifie la méthode de calcul et de mesure des harmoniques et des interharmoniques.

La valeur efficace du groupe harmonique (*I<sub>Hh</sub>*) doit être comparée avec les limites d'émission de courants harmoniques (*L<sub>IIHh</sub>*) prescrites fournies par Hydro-Québec (voir tableau III).

La valeur efficace du sous-groupe interharmonique centré *h* (*III<sub>Hh</sub>*) doit être comparée avec les limites d'émission de courants interharmoniques (*L<sub>IIHih</sub>*) prescrites fournies par Hydro-Québec (voir tableau IV).

La distorsion harmonique totale de courant (*DHTI<sub>i</sub>*) doit être comparée avec la limite (*L<sub>DHTIi</sub>*) prescrite fournie par Hydro-Québec.

Afin de faciliter la compréhension des résultats, un tableau des résultats clair et concis présentant au minimum les éléments du tableau V (le format est optionnel) doit être inclus dans le rapport pour tous les harmoniques et interharmoniques.

**Tableau V – Informations à inclure dans le tableau des résultats**

h	I <sub>h</sub> (ampères)	IH <sub>h</sub> (ampères)		IIH <sub>h</sub> (ampères)	
		Calculée	Limite	Calculée	Limite
1+					
2-					
2					
2+					
3-					
3					
3+					
4-					
4					
4+					
...		...			...
50+					

**DHTI<sub>i</sub> = xxx** versus limite **L<sub>DHTIi</sub> = yyy**

**Légende :**

**h - :** sous-groupe interharmonique inférieur du h<sup>e</sup> harmonique

**h+ :** sous-groupe interharmonique supérieur du h<sup>e</sup> harmonique

**h :** sous-groupe harmonique du h<sup>e</sup> harmonique

**I<sub>h</sub> :** valeur efficace du courant harmonique ou interharmonique du sous-groupe émis sur le réseau d'HQ

**IH<sub>h</sub> :** valeur efficace du courant du groupe harmonique *h*

**IIH<sub>h</sub> :** valeur efficace du courant du groupe sous-groupe interharmonique centré *h*

**L<sub>IHhi</sub> :** limite d'émission de courant harmonique de rang *h* pour le client *i* (A)

**L<sub>IIHhi</sub> :** limite d'émission de courant interharmonique de rang *h* pour le client *i* (A)

**DHTI<sub>i</sub> :** niveau de distorsion harmonique totale de courant

**L<sub>DHTIi</sub> :** limite du niveau de distorsion harmonique totale de courant

### 9.2.2.4 Exemple

Dans le cas d'une installation à 25 kV pour laquelle Hydro-Québec a fourni les limites d'émissions suivantes en conditions générales de fonctionnement de l'installation :

#### Limites d'émission harmoniques

<b>h</b>	<b>L<sub>IHHi</sub></b> (ampères)
2	0,113
3	0,761
4	0,057
...	...
50	0,046
Limite de distorsion harmonique totale de courant : 2,983 A	

#### Limites d'émission interharmoniques

<b>h</b>	<b>L<sub>IHHi</sub></b> (ampères)
1	0,151
2	0,091
3	0,065
...	...
49	0,046

Le client réalise une première ébauche de tableau des résultats, qui montre que la valeur calculée du groupe de l'harmonique 3 dépasse la limite.

#### Ébauche de tableau des résultats

<b>h</b>	<b>I<sub>h</sub></b> (ampères)	<b>I<sub>H<sub>h</sub></sub></b> (ampères)		<b>I<sub>IHH<sub>h</sub></sub></b> (ampères)	
		Calculée	Limite	Calculée	Limite
1+				0	0,151
2-		0	0,113		
2				0	0,091
2+					
3-		0,84	0,761		
3				0	0,065
3+					
4-		0	0,057		
4					
4+					
...		...			...
50+					
<b>DHTI<sub>i</sub> = 2,08 versus limite L<sub>DHTI<sub>i</sub></sub> = 2,983 A</b>					

Il est donc nécessaire que le client revoie les caractéristiques de son installation avec les équipements qu'il souhaite utiliser en y ajoutant, au besoin, les équipements de mitigation requis pour respecter les limites d'émission.

Finalement, le client fournit l'étude d'émission avec le tableau des résultats ci-dessous, qui montre que le niveau d'émission maximal prévu de l'installation respecte les limites d'émission au point d'évaluation.

**Tableau des résultats**

h	I <sub>h</sub> (ampères)	IH <sub>h</sub> (ampères)		IIH <sub>h</sub> (ampères)	
		Calculée	Limite	Calculée	Limite
1+				0	0,151
2-		0	0,113		
2					
2+				0	0,091
3-		0,75	0,761		
3					
3+				0	0,065
4-		0	0,057		
4					
4+					
...		...			...
50+					
<b>DHTI<sub>i</sub> = 1,99 versus limite L<sub>DHTH</sub> = 2,983 A</b>					

### 9.3 Mesure du niveau d'émission

Lorsqu'Hydro-Québec exige de recevoir un rapport de mesures, ces mesures doivent être réalisées par le client selon un protocole de mesure accepté par Hydro-Québec.

Le but des mesures est de confirmer les hypothèses et les résultats de l'étude d'émission.

Le protocole de mesure spécifie notamment les méthodes de mesure et d'analyse des résultats ainsi que les essais à effectuer et les conditions de ces essais.

Hydro-Québec doit être prévenue dix (10) jours ouvrables avant le début des mesures afin que ses représentants puissent assister, au besoin, aux mesures réalisées par le client.

Si les mesures réalisées par le client révèlent que l'installation ne respecte pas les limites d'émission, Hydro-Québec peut demander une nouvelle évaluation du respect des limites d'émission ainsi que l'ajout de moyens de mitigation ou des restrictions de fonctionnement de l'installation.

## 9.4 Informations requises

Le client doit fournir, au minimum, les informations suivantes :

- le schéma unifilaire de l'installation et les caractéristiques électriques principales de l'appareillage principal de l'installation ;
- la puissance de référence ( $S_r$ ) de l'installation ;
- la puissance de court-circuit du réseau ( $S_{cc}$ ), telle que fournie par Hydro-Québec ;
- les caractéristiques électriques générales et les modes de fonctionnement des équipements perturbateurs (par exemple, puissances et types de convertisseurs, indices de pulsation, impédances, puissances et types de moteurs, courants d'appel, cycles de charge, types d'éclairage) ;

Note : Dans le cas d'une étude réalisée suite à la modification d'une installation existante, les caractéristiques de tous les équipements perturbateurs doivent être fournies, tant celles des anciens équipements que celles des nouveaux équipements.

- la valeur de la puissance perturbatrice pondérée ( $S_{pMi}$ ), si le client souhaite se prévaloir de l'évaluation simplifiée.

Si le client ne peut se prévaloir de l'évaluation simplifiée, les informations additionnelles suivantes doivent être incluses dans l'étude détaillée qu'il soumet à Hydro-Québec :

- l'identification et la justification des hypothèses ayant servi, le cas échéant, à évaluer les niveaux d'émission maxima de perturbations ;
- les caractéristiques électriques générales des équipements correcteurs, le cas échéant (par exemple, filtres harmoniques, démarreurs de moteurs, inductances série de limitation, compensateurs de puissance réactive) ;
- la description des conditions générales de fonctionnement et des conditions occasionnelles de fonctionnement de l'installation étudiées ;
- le tableau des résultats, indiquant clairement que les limites d'émission sont respectées.

## 9.5 Mise en garde

La vérification effectuée par Hydro-Québec des résultats de l'évaluation des niveaux d'émission de perturbations des charges du client et l'approbation de ces études visent uniquement à s'assurer que l'installation électrique du client est conçue pour respecter les présentes exigences au point d'évaluation. Même si les exigences sont satisfaites, cela ne constitue pas une garantie de bon fonctionnement des équipements du client dans son installation. Par exemple, il est possible que le niveau de perturbation de l'installation électrique du client soit trop élevé pour assurer le fonctionnement adéquat de certains de ses équipements et ce, même si les limites d'émission sont respectées au point d'évaluation. Dans ce cas, le client devra réexaminer l'émission de perturbations ou l'immunité de ses équipements selon ses besoins spécifiques.

numéro	<b>C.25-01</b>		
page	<b>16</b>	de	<b>21</b>

## **10 RESPONSABLE DE L'IMPLANTATION**

Le directeur Encadrement réseau et planification est responsable de l'implantation de la présente norme.

## **11 RESPONSABLES DE L'APPLICATION**

Les gestionnaires de la planification ou de la maintenance du réseau de distribution sont responsables de l'application de la présente norme.



directive  norme  méthode

corporative  sectorielle

numéro	<b>C.25-01</b>		
page	<b>17</b>	de	<b>21</b>

## ANNEXE A

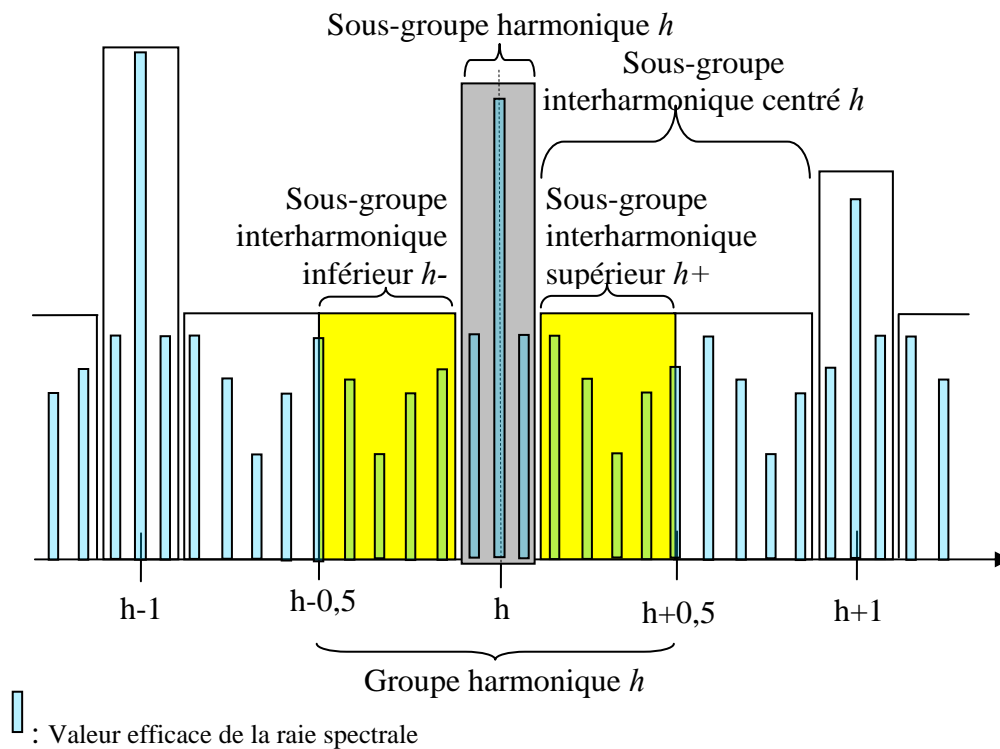
### Méthode de calcul et de mesure des harmoniques et interharmoniques

## A1 Spectre fréquentiel discrétisé

L'évaluation classique des émissions de courants harmoniques se fait de façon discrète en utilisant la valeur efficace du courant à chaque harmonique. Lorsque le spectre fréquentiel pour une technologie donnée est plutôt continu, l'analyse fréquentielle des courants doit être réalisée avec une résolution en fréquence de 5 Hz. C'est le cas, par exemple, de certains convertisseurs statiques utilisés dans les entraînements à vitesse variable ou encore dans les onduleurs à fréquence variable d'éolienne. Les méthodes numériques appropriées sont spécifiées dans la norme canadienne CAN/CSA-IEC 61000-4-7:13.

## A2 Regroupement

Le regroupement des raies spectrales est tout indiqué pour l'analyse des émissions d'un spectre fréquentiel complexe composé d'harmoniques et d'interharmoniques. La figure ci-dessous illustre les groupes devant être utilisés pour l'étude.



**Figure - Regroupement pour l'harmonique  $h$**

### Sous-groupe harmonique $h$

Le sous-groupe harmonique  $h$  est composé de l'harmonique  $h$  et des deux composantes spectrales adjacentes.

La valeur efficace ( $I_h$ ) d'un sous-groupe harmonique est la racine carrée de la somme quadratique de la valeur efficace d'un harmonique et des composantes spectrales adjacentes. Par exemple, pour  $h = 5$ , cela représente la racine carrée de la somme quadratique de la valeur efficace des harmoniques 300, 295 et 305 Hz.

$$I_h = \sqrt{\sum_h I_h^2 + I_{h-1/12}^2 + I_{h+1/12}^2}$$

### Sous-groupes interharmoniques $h^-$ et $h^+$

Les sous-groupes interharmoniques sont définis ainsi :

- Le sous-groupe inférieur  $h^-$  couvre les fréquences entre le point milieu de deux harmoniques et la frontière inférieure du sous-groupe harmonique  $h$ .
- Le sous-groupe supérieur  $h^+$  couvre les fréquences entre la frontière supérieure du sous-groupe harmonique  $h$  et le point milieu supérieur.

La valeur efficace d'un sous-groupe interharmonique ( $I_{h^-}$ ,  $I_{h^+}$ ) est la racine carrée de la somme quadratique des raies spectrales incluses dans le sous-groupe. Chaque raie spectrale à une fréquence médiane est partagée entre deux sous-groupes (voir la figure ci-dessus). L'amplitude de la raie spectrale attribuée à chacun des sous-groupes est égale à l'amplitude de la raie spectrale de la fréquence médiane, divisée par la racine carrée de 2. Par exemple, si cette raie spectrale a une amplitude de 1 %, la valeur de 0,71 % est affectée à chaque sous-groupe interharmonique.

$$I_{h^-} = \sqrt{\sum_h I_{h-2/12}^2 + I_{h-3/12}^2 + I_{h-4/12}^2 + I_{h-5/12}^2 + \left(\frac{I_{h-6/12}}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

et

$$I_{h^+} = \sqrt{\sum_h I_{h+2/12}^2 + I_{h+3/12}^2 + I_{h+4/12}^2 + I_{h+5/12}^2 + \left(\frac{I_{h+6/12}}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

### Sous-groupe interharmonique centré $h$

Le sous-groupe interharmonique centré  $h$  regroupe le sous-groupe interharmonique  $h^+$  et le sous-groupe interharmonique  $(h+1)^-$ . Il s'agit de toutes les composantes interharmoniques comprises entre deux fréquences harmoniques consécutives, en excluant les composantes dont la fréquence est directement adjacente aux fréquences harmoniques.

numéro	<b>C.25-01</b>		
page	<b>20</b>	de	<b>21</b>

La valeur efficace du sous-groupe interharmonique centré ( $IIH_h$ ) est obtenue à l'aide de cette formule :

$$IIH_h = \sqrt{I_{h+}^2 + I_{(h+1)-}^2}, \quad h = 1, 2, 3, 4 \dots 49$$

La valeur efficace de chaque sous-groupe interharmonique centré  $h$  ( $IIH_h$ ) doit être comparée avec les limites d'émission de courants interharmoniques prescrites ( $L_{IIHh}$ ) fournies par Hydro-Québec.

### Groupe harmonique $h$

Le groupe harmonique  $h$  regroupe le sous-groupe harmonique  $h$ , le sous-groupe interharmonique inférieur  $h-$  et le sous-groupe interharmonique supérieur  $h+$ . Il inclut tout le contenu spectral présent autour d'un harmonique donné pour une largeur de bande de 60 Hz (-30 Hz et +30 Hz).

La valeur efficace du groupe harmonique ( $IH_h$ ) est obtenue en effectuant la racine carrée de la somme quadratique de la valeur efficace des trois sous-groupes :

$$IH_h = \sqrt{I_{h-}^2 + I_h^2 + I_{h+}^2}, \quad h = 2, 3, 4 \dots 50$$

La valeur efficace du groupe harmonique ( $IH_h$ ) doit être comparée avec les limites d'émission de courants harmoniques ( $L_{IHh}$ ) prescrites fournies par Hydro-Québec.

La distorsion harmonique totale de courant ( $DHTI_i$ ) est égale à la racine carrée de la somme des valeurs efficaces de chaque groupe harmonique ( $IH_h$ ) et doit être comparée à la limite prescrite de distorsion harmonique totale de courant ( $L_{DHTI}$ ) fournie par Hydro-Québec.

$$DHTI_i = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} IH_h^2}$$

## ANNEXE B

### Principe de sommation des composantes harmoniques

En un point donné du réseau, la tension harmonique  $U_h$  de rang harmonique  $h$  (ou le courant harmonique  $I_h$ ) est la combinaison vectorielle de toutes les composantes individuelles  $U_{hi}$  (ou  $I_{hi}$ ) provenant de chaque source d'harmoniques  $i$ .

Sur la base de l'expérience acquise, la CEI recommande le principe de sommation générale :

$$U_h = \alpha \sqrt{\sum_i U_{hi}^2}$$

Où :

- $U_h$  est l'amplitude de la tension harmonique résultante de rang  $h$  pour l'ensemble des sources considérées ;
- $U_{hi}$  est l'amplitude des multiples contributions individuelles de tension (rang  $h$ ) à être combinées ;
- $\alpha$  est un exposant qui dépend du degré selon lequel l'amplitude et la phase des tensions (ou courants) harmoniques individuelles varient de façon aléatoire.

Le tableau suivant présente les valeurs à respecter :

$\alpha$	Rang harmonique
1	$h < 5$
1,4	$5 \leq h \leq 10$
2	$h > 10$