

# *Guide CSA visant les codes et les normes sur les éoliennes*



MD

**ASSOCIATION CANADIENNE  
DE NORMALISATION**

<sup>MD</sup> *Marque déposée de l'Association canadienne de normalisation*

## **Mise en garde**

Ce guide a été préparé par l'Association canadienne de normalisation (CSA) en vue de communiquer à ses membres et à toute autre partie intéressée des renseignements généraux à propos des codes et des normes qui ont trait aux éoliennes utilisées au Canada.

Ce document ne constitue pas un guide détaillé des exigences réglementaires et autres auxquelles un utilisateur peut être tenu de se conformer. La CSA reconnaît que les lois et les règlements, de même que les normes volontaires, constituent la responsabilité des gouvernements et des comités consensuels, respectivement, et qu'ils peuvent subir des modifications au fil du temps en raison de facteurs tels que les conditions et les considérations environnementales, les politiques gouvernementales en vigueur, etc. Par conséquent, la CSA n'assume aucune responsabilité concernant l'exactitude de tout document mentionné ici, plus particulièrement en ce qui a trait à la validité ou à l'applicabilité de quelque disposition réglementaire que ce soit, ou la mise en application de toute norme mentionnée ici relativement à d'éventuelles exigences réglementaires ou autres.

Comme toujours, il incombe à l'utilisateur de n'importe quelle publication CSA de veiller à ce que cette publication soit pertinente et qu'elle réponde à ses fins et à ses besoins. Toute décision prise par un utilisateur ou une partie intéressée en fonction de ce guide constitue la responsabilité de cet utilisateur ou de cette partie intéressée, et la CSA se désiste de toute responsabilité relative à de telles décisions.

## **Remerciements**

L'Association canadienne de normalisation reconnaît que l'élaboration de ce guide a été rendue possible, en partie, par le soutien financier de Ressources naturelles Canada (RNCan) et l'aide des membres du Comité et des Sous-comités techniques CSA sur les éoliennes. Les noms des personnes membres de ces comités, au moment de la publication, sont présentés à la fin de ce document.

© Association canadienne de normalisation — 2008

*Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite par quelque moyen que ce soit sans la permission préalable de l'éditeur.*

## *Table des matières*

<b>Section A — Introduction et renseignements généraux</b>	<b>1</b>
1 Introduction et domaine d'application	1
2 Abréviations	1
3 Renseignements généraux	1
4 Aperçu de la section B (Aspects relatifs à la réglementation et aux approbations)	3
<b>Section B — Aspects relatifs à la réglementation et aux approbations</b>	<b>4</b>
1 Zonage	4
2 Audiences publiques	4
3 Accords d'achat d'énergie	4
4 Permis de construction	4
5 Approbations et permis relatifs aux plans d'électricité	4
6 Convenance du site	5
7 Évaluation des effets sur l'eau, l'air et la faune	5
8 Bruit acoustique	5
9 Raccordements électriques : installations hors réseau	6
10 Raccordements électriques : installations couplées	6
11 Fondations	7
11.1 Généralités	7
11.2 Fondations (province de l'Ontario)	8
12 Tours	8
12.1 Généralités	8
12.2 Tours (province de l'Ontario)	9
13 Marquage des obstacles à la navigation aérienne	9
14 Sécurité des installations électriques	9
14.1 Généralités	9
14.2 Normes canadiennes en matière de sécurité des installations électriques	10
14.3 Lignes directrices internationales en matière de sécurité des installations électriques	10
14.4 AC	11
15 Considérations relatives aux exigences de conception liées à l'environnement et aux conditions extérieures	11
16 Cas de charges	12
17 Protection contre la foudre	12
18 Pales et rotors	13
19 Systèmes mécaniques	13
20 Mesure des performances	13

**21 Qualité du courant électrique** 14

**22 Sécurité des travailleurs** 14

**Annexe A — Comités CSA sur les éoliennes** 15

# *Guide CSA visant les codes et les normes sur les éoliennes*

## **Section A — Introduction et renseignements généraux**

### **1 Introduction et domaine d'application**

Ce guide a été préparé par l'Association canadienne de normalisation (CSA) en vue de fournir à ses membres ainsi qu'à toute partie intéressée des renseignements généraux sur les codes et les normes qui ont trait à l'approbation, à la conception, à l'installation, au fonctionnement et à l'entretien des éoliennes utilisées au Canada.

Certains des renseignements présentés ici peuvent sembler redondants ou peu pertinents aux lecteurs canadiens. Or, comme la CSA reçoit des demandes d'information en la matière provenant de partout dans le monde, certains renseignements de base concernant les régimes réglementaires canadiens ont également été inclus à l'intention des lecteurs étrangers.

Afin de garantir la pertinence de ce guide, l'intention des auteurs est de le mettre à jour et de le publier à nouveau chaque fois que la situation l'exige et que les ressources le permettent, de manière à traduire, au moment opportun, l'état de la situation en ce qui a trait aux normes, aux codes et aux autres documents relatifs aux éoliennes. La CSA encourage tous les lecteurs de ce guide à collaborer à cet effort. Si vous avez des suggestions de mise à jour ou de révision, n'hésitez pas à communiquer avec Jeff Shikaze ([jeff.shikaze@csa.ca](mailto:jeff.shikaze@csa.ca)) ou Sam Loggia ([sam.loggia@csa.ca](mailto:sam.loggia@csa.ca)).

### **2 Abréviations**

Les abréviations qui suivent s'appliquent dans ce guide :

AC	—	autorités compétentes
ACÉÉ	—	Association canadienne de l'énergie éolienne
AG	—	aérogénérateur
CCÉ	—	Code canadien de l'électricité (élaboré et publié par la CSA)
CEI	—	Commission Électrotechnique Internationale
CSA	—	Association canadienne de normalisation
DNV	—	Det Norske Veritas
ESA	—	Office de la sécurité des installations électriques (de l'Ontario)
GL	—	Germanischer Lloyd
ISO	—	Organisation internationale de normalisation
NUE	—	norme de l'Union européenne
OBC	—	Ontario Building Code ( <i>Code du bâtiment de l'Ontario</i> )
SCÉÉ	—	système de conversion d'énergie éolienne

### **3 Renseignements généraux**

Au cours de la dernière décennie, le secteur canadien de l'énergie éolienne est passé du statut d'ensemble éparpillé d'installations individuelles à celui de marché de l'énergie éolienne dont la croissance est l'une des plus rapides au monde. Bien que cette croissance ait été soutenue et encouragée par les divers ordres de gouvernement d'un bout à l'autre du Canada, bon nombre de projets ont connu d'importants dépassements de coûts et délais, voire des annulations dans certains cas, en raison des exigences réglementaires confuses ou peu claires, lesquelles varient considérablement entre les différents territoires de compétence du Canada. Il importe donc que

le lecteur comprenne bien que le régime réglementaire canadien est exigeant et qu'il peut même sembler compliqué. Les promoteurs de projets énergétiques éoliens doivent en effet se soumettre à des douzaines de processus d'approbation auprès de diverses autorités fédérales (nationales), provinciales (étatiques) et municipales (locales). La situation peut se compliquer davantage selon la composition et le mode de propriété des réseaux de transport et de distribution d'électricité, qui peuvent représenter des entreprises privées locales ou de grands réseaux publics pleinement intégrés et qui sont assujettis à un vaste éventail de rôles de réglementation et d'exigences de couplage.

Plutôt que de se référer à des règlements canadiens particuliers et à jour sur l'énergie éolienne, les autorités compétentes (AC) et les ingénieurs du Canada ont eut recours à divers ouvrages de référence pour déterminer comment évaluer et approuver les installations d'éoliennes en fonction d'aspects tels que les effets sur l'environnement, le zonage, la qualité du courant électrique, l'intégration au réseau, les essais de performances ainsi que la sécurité des installations électriques, des travailleurs et des structures. Dans bon nombre de cas, les parties intéressées ont dû mener de coûteuses études techniques pour compléter les renseignements disponibles de manière à faire preuve de diligence raisonnable.

Un sous-ensemble des aspects énumérés ci-dessus a trait aux codes et aux normes portant sur les caractéristiques structurales, mécaniques, électriques et opérationnelles des éoliennes. Ces caractéristiques constituent l'aspect à propos duquel l'apport de la CSA est sollicité depuis les années 80, au moment où les Normes nationales du Canada sur les systèmes de conversion d'énergie éolienne énumérées ci-dessous ont été élaborées :

- CAN/CSA-F416-87, *Systèmes de conversion d'énergie éolienne (SCEE) : Critères de sécurité, de conception et de fonctionnement* ;
- CAN/CSA-F417-M91, *Systèmes de conversion d'énergie éolienne (SCEE) : Performances* ;
- CAN/CSA-F429-M90, *Pratique recommandée pour l'installation des systèmes de conversion d'énergie éolienne* ; et
- CAN/CSA-F418-M91, *Systèmes de conversion d'énergie éolienne (SCEE) : Couplage sur le réseau public d'électricité* (retirée par la CSA en 2004). Voir le chapitre 10, *Raccordements électriques — Installations couplées*, pour plus de renseignements sur le couplage.

Bien que ces normes soient toujours citées en référence dans les codes de protection contre les dangers de l'électricité du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest, elles n'ont jamais été officiellement adoptées dans les codes du bâtiment ou de l'électricité de quelque province canadienne que ce soit. Au cours des dernières années toutefois, elles ont été utilisées comme ouvrages de référence par certaines AC chargées d'évaluer de grandes turbines modernes. La CAN/CSA-F416, la CAN/CSA-F417 et la CAN/CSA-F429 ont été élaborées en fonction des éoliennes des années 80, lesquelles n'ont que peu en commun avec la majorité des énormes systèmes perfectionnés de production d'électricité modernes. On reconnaît généralement que ces normes ne sont plus du tout à jour en ce qui a trait aux technologies modernes de production d'énergie éolienne et qu'elles sont peu utiles pour les activités réglementaires ou techniques actuelles, exception faite, peut-être, des petites turbines d'au plus 50 kW.

Depuis 2004, la CSA et ses membres s'efforcent de répondre activement aux besoins des parties intéressées canadiennes relativement à cette technologie qui connaît un développement rapide. Portant principalement sur la sécurité des installations électriques et des structures des éoliennes, ces besoins touchent également d'autres aspects qui ne relèvent pas du domaine de compétence actuel des divers comités CSA.

La démarche entreprise par la CSA en vue de mettre à jour les Normes nationales du Canada visant les éoliennes se fonde sur l'adoption de l'ensemble des données publiées par le Comité technique 88 (CT 88) de la Commission Électrotechnique Internationale (CEI). Au 15 janvier 2008, cinq des normes élaborées par le CT 88 de la CEI étaient en cours d'adoption par la CSA (soit la CEI 61400-1, la CEI 61400-2, la CEI 61400-11, la CEI 61400-12-1 et la CEI 61400-24). De façon plus particulière, trois de ces normes (la CEI 61400-1, la CEI 61400-2 et la CEI 61400-24) présenteront des exigences significatives ou une quantité importante de nouveaux renseignements propres au Canada. On prévoit que ces cinq nouvelles normes sur les aérogénérateurs (AG) seront terminées et publiées à titre de Normes nationales du Canada selon le calendrier suivant :

- CAN/CSA-C61400-11, *Aérogénérateurs — Partie 11 : Techniques de mesure du bruit acoustique* (publiée en novembre 2007) ;

- CAN/CSA-C61400-12-1, *Aérogénérateurs — Partie 12-1 : Mesures des performances de puissance des éoliennes de production d'électricité* (publiée en novembre 2007) ;
- CAN/CSA-C61400-24, *Aérogénérateurs — Partie 24 : Protection contre la foudre* (rapport technique publié en décembre 2007) ;
- CAN/CSA-C61400-1, *Éoliennes — Partie 1 : Exigences de conception* (publication prévue en mai 2008) ; et
- CAN/CSA-C61400-2, *Aérogénérateurs — Partie 2 : Exigences en matière de conception des petits aérogénérateurs* (publication prévue en mai 2008).

La CSA et ses membres ont par ailleurs l'intention d'appuyer l'adoption ultérieure de ces nouvelles Normes nationales du Canada dans toutes les publications réglementaires pertinentes, au moment de la mise à jour de celles-ci.

#### **4 Aperçu de la section B (Aspects relatifs à la réglementation et aux approbations)**

La suite de ce guide traite de 22 aspects particuliers du développement de tout projet énergétique éolien typique qui est actuellement (ou qui pourrait éventuellement être) assujéti à des processus officiels d'approbation réglementaire ou à d'autres processus équivalents. Des renseignements propres à toutes les normes et à tous les codes connexes connus de la CSA sont présentés pour chacun des aspects. Des sources probables de renseignements supplémentaires sont également indiquées.

## Section B — Aspects relatifs à la réglementation et aux approbations

### 1 Zonage

Le zonage d'un éventuel site d'installation d'éoliennes est déterminé par les AC. Or, la CSA ne connaît aucune Norme nationale du Canada qui traite de ce sujet. Le lecteur peut communiquer avec la municipalité concernée (ou le territoire de compétence équivalent) afin d'obtenir des renseignements relatifs au zonage. Le lecteur peut également communiquer avec l'Association canadienne de l'énergie éolienne (l'ACÉÉ — [www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) et la Ontario Sustainable Energy Association ([www.ontario-sea.org](http://www.ontario-sea.org)) pour plus de renseignements à ce sujet.

### 2 Audiences publiques

Le processus d'audiences publiques associé à un éventuel site d'installation d'éoliennes est déterminé par les AC. Or, la CSA ne connaît aucune Norme nationale du Canada qui traite de ce sujet. Le lecteur peut communiquer avec la municipalité (ou le territoire de compétence équivalent), le gouvernement autochtone ou le gouvernement provincial ou territorial concerné, ou encore avec le gouvernement du Canada, afin d'obtenir des renseignements. Le lecteur peut également communiquer avec l'ACÉÉ ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) et la Ontario Sustainable Energy Association ([www.ontario-sea.org](http://www.ontario-sea.org)) pour plus de renseignements à ce sujet.

### 3 Accords d'achat d'énergie

Le droit de vendre de l'électricité produite par une éolienne est accordé par le propriétaire du réseau ou une autre AC. Or, aucune Norme nationale du Canada connue ne traite de ce sujet. Le lecteur peut communiquer avec l'ACÉÉ ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) et la Ontario Sustainable Energy Association ([www.ontario-sea.org](http://www.ontario-sea.org)) pour obtenir plus de renseignements à ce sujet.

### 4 Permis de construction

L'obligation d'obtenir des permis de construction relatifs à des emplacements particuliers est déterminée par les AC. La délivrance de tels permis de construction peut être assujettie à une démonstration de conformité aux codes du bâtiment provinciaux ou locaux pertinents. C'est par le truchement de références intégrées à un code que les AC peuvent exiger la conformité à n'importe quelle norme citée en référence dans ce code. Des exemples de normes citées en référence sont présentés aux chapitres 11, *Fondations*, et 12, *Tours*, de ce guide.

Selon la CSA, des permis de construction relatifs à des emplacements particuliers sont exigés dans la plupart des régions du Canada pour les projets de fondations d'éoliennes. Le processus de délivrance des permis visant des structures ou des machines «en élévation» varie toutefois d'un territoire de compétence à l'autre. Les seules exigences spécifiques publiées et connues de la CSA dans ce domaine sont celles de la province de l'Ontario. En effet, l'article 1.3.1.1, *Designated Structures*, de l'édition 2006 du *Ontario Building Code* se lit comme suit : [TRADUCTION] «les structures suivantes sont désignées aux fins du paragraphe d) de la définition du terme «bâtiment» présentée au sous-article 1(1) de la Loi : [...] g) une structure qui supporte un aérogénérateur ayant une puissance développée nominale supérieure à 3 kW».

Le *OBC* est élaboré et publié par le ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario. Visitez le [www.obc.mah.gov.on.ca](http://www.obc.mah.gov.on.ca) pour obtenir les coordonnées du ministère.

### 5 Approbations et permis relatifs aux plans d'électricité

Au Canada, les exigences relatives à l'approbation des plans d'électricité et à la délivrance des permis connexes varient beaucoup d'un territoire de compétence à l'autre. Dans bien des cas, les



AC sont des services publics d'État ou de grands services publics similaires. En Ontario, le processus est régi par l'Office de la sécurité des installations électriques de l'Ontario (ESA) (visitez le [www.esasafe.com](http://www.esasafe.com) pour obtenir les coordonnées de l'office). C'est par le truchement de références intégrées à un code que les AC peuvent exiger la conformité à n'importe quelle norme citée en référence dans le code provincial de l'électricité pertinent. Des exemples de normes citées en référence ainsi que des coordonnées supplémentaires sont présentés au chapitre 14, *Sécurité des installations électriques*, de ce guide.

## 6 Conenance du site

Cet aspect comprend les évaluations des obstacles (construits ou naturels), des caractéristiques des sols, de la proximité à des personnes ou à des biens, de l'accès, des clôtures et des installations de soutien propres au site. Or, la CSA ne connaît aucune Norme nationale du Canada qui traite de ces aspects, qui sont par ailleurs régis par les AC et les ingénieurs familiarisés avec les enjeux propres à chaque site. Le lecteur peut également communiquer avec l'ACÉE ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) et la Ontario Sustainable Energy Association ([www.ontario-sea.org](http://www.ontario-sea.org)) pour obtenir plus de renseignements à ce sujet.

## 7 Évaluation des effets sur l'eau, l'air et la faune

Ces exigences, qui peuvent varier grandement selon le lieu, sont définies par diverses AC. Or, la CSA ne connaît aucune Norme nationale du Canada qui traite directement de ce sujet. Certains processus d'évaluation peuvent toutefois se fonder sur les normes de la série ISO 14000, qui ont été adoptées par la CSA, ou d'autres normes connexes sur les systèmes de gestion de l'environnement. Le lecteur peut communiquer avec l'Agence canadienne d'évaluation environnementale ([www.ceaa-acee.gc.ca](http://www.ceaa-acee.gc.ca)), l'ACÉE ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) et la Ontario Sustainable Energy Association ([www.ontario-sea.org](http://www.ontario-sea.org)) pour obtenir plus de renseignements à ce sujet.

## 8 Bruit acoustique

Les niveaux de bruit admissibles pour tous les types de machines sont déterminés par les AC locales, en fonction du zonage et de la proximité des voisins. Les niveaux seuils et les méthodes de mesure sont habituellement déterminés par des lignes directrices élaborées par les AC provinciales et font généralement référence à d'autres normes, y compris :

- la CSA Z107.10-06, *Guide for the use of acoustical Standards in Canada* (qui cite en référence certaines normes ISO sur le bruit qui ont été récemment adoptées) ;
- la CAN/CSA-ISO 1996-1:05, *Acoustique — Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement — Partie 1 : Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation* ;
- la CAN/CSA-ISO 1996-2, *Acoustique — Description, évaluation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 2 : Détermination des niveaux de bruit de l'environnement* ; et
- les *Lignes directrices nationales visant la limitation du bruit extérieur* publiées en 1989 par le Conseil consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail de Santé Canada.

En mai 2007, le Comité technique CSA sur les éoliennes a approuvé l'adoption de la CEI 61400-11, *Aérogénérateurs — Partie 11 : Techniques de mesure du bruit acoustique*, laquelle vient tout juste d'être publiée à titre de nouvelle Norme nationale du Canada, sous la désignation CAN/CSA-C61400-11. Cette norme établit des exigences spécifiques sur la façon de procéder correctement aux mesures du bruit produit par une éolienne. Cette norme est compatible avec les publications canadiennes existantes, et on prévoit qu'elle sera citée en référence dans les règlements provinciaux pertinents au cours des prochains cycles de révision de ces règlements.

Les infrasons (sons à très basses fréquences) produits par les éoliennes constituent un aspect connexe mais indépendant qui a récemment fait l'objet d'un certain nombre d'études scientifiques détaillées. Le lecteur peut communiquer avec l'ACÉE ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) pour obtenir plus de renseignements à ce sujet.

## 9 Raccordements électriques : installations hors réseau

Les installations éoliennes autonomes (hors réseau) ne sont pas soumises aux mêmes exigences que les installations couplées sur le réseau, mais elles doivent tout de même répondre aux exigences de sécurité des installations électriques établies par les AC. Dans les territoires de compétence au sein desquels les AC ne sont pas présentes de façon traditionnelle (p. ex., sites très éloignés ou temporaires, sites maritimes, etc.), le propriétaire peut être tenu de démontrer sa conformité aux normes acceptables de manière à s'acquitter de ses obligations en matière d'assurance ou de ses autres obligations en matière de responsabilité. La norme implicite est représentée par une installation générale qui est conforme au *Code canadien de l'électricité, Première partie*, et qui utilise des composants certifiés selon les normes pertinentes du *CCÉ, Deuxième partie* (p. ex., CSA C22.2 n° 100, CSA C22.2 n° 14, etc.). Cependant, il est également possible que les AC considèrent comme acceptable la certification, par un organisme étranger, d'une turbine selon les normes de la série CEI 61400 ou d'autres normes similaires, à condition que cette turbine soit installée avec des appareillages électriques conformes aux codes locaux. Le lecteur peut communiquer avec l'ACÉE ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) et la Ontario Sustainable Energy Association ([www.ontario-sea.org](http://www.ontario-sea.org)) pour obtenir plus de renseignements à ce sujet.

## 10 Raccordements électriques : installations couplées

Les appareillages couplés sur le réseau doivent répondre aux exigences de sécurité des installations électriques établies par les AC. Les AC en question peuvent comprendre les entités suivantes :

- le propriétaire du réseau ;
- l'exploitant du système ; et
- les autorités en matière de sécurité des installations électriques.

Le lecteur devrait communiquer avec les AC pertinentes pour connaître les exigences particulières à l'échelle locale.

Dans la plupart des régions du Canada, les AC utilisent, plutôt qu'un ensemble unique d'exigences, des normes et des codes d'installation et de raccordement qui peuvent inclure les publications suivantes :

- les articles pertinents (plus particulièrement la section 84) du *CCÉ, Première partie*, de la CSA ou tout code provincial équivalent ;
- la CAN/CSA-C22.2 n° 257, *Interconnexion des ressources micro-décentralisées à onduleur à des réseaux de distribution*, si cela correspond au domaine d'application de la norme (soit les ressources de distribution à onduleur couplées à une tension nominale d'au plus 600 V) ;
- le «code régional» applicable au réseau de même que les autres exigences établies par les AC et le ou les propriétaires du réseau, lequel code peut citer en référence des normes techniques CSA portant sur les transformateurs, les réseaux aériens et d'autres éléments similaires ; et
- le projet de norme (qui sera publié sous peu) C22.3 n° 9, *Interconnection of distributed resources and electricity supply systems* (pour les installations de plus de 10 MW couplées à des réseaux de distribution d'une tension maximale de 50 kV), qui se fonde sur l'IEEE 1547, *Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems*, et dont la publication est prévue au début de 2008.

Outre les AC, le lecteur peut communiquer avec l'ACÉE ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)), la Ontario Sustainable Energy Association ([www.ontario-sea.org](http://www.ontario-sea.org)), le groupe PowerConnect ([www.powerconnect.ca](http://www.powerconnect.ca)) d'Électro-Fédération Canada ou avec l'Association canadienne de l'électricité ([www.ceatech.ca](http://www.ceatech.ca)) pour obtenir plus de renseignements au sujet du couplage.

## 11 Fondations

### 11.1 Généralités

Selon la CSA, il n'existe aucun règlement ou code qui traite spécifiquement des fondations d'éoliennes au Canada, exception faite de l'Ontario (voir le cas spécial présenté à l'article 11.2). Dans la plupart des territoires de compétence, les fondations de tous les types d'éoliennes, à l'exception des plus petites, sont assujetties au processus d'approbation et de délivrance de permis des AC locales. Dans la plupart des régions canadiennes, ce processus prévoit la participation d'ingénieurs enregistrés dans la province visée et autorisés à produire des dessins techniques sous pli scellé (c'est-à-dire, approuvés). Toujours d'après la CSA, les AC et les ingénieurs du Canada utilisent, outre les codes du bâtiment pertinents, toute une gamme d'ouvrages de référence au moment d'évaluer les fondations d'éoliennes. Ces ouvrages de référence peuvent inclure les publications suivantes :

- les exigences de conception structurelle de la CAN/CSA-F416 (publiée en 1987) ;
- les exigences de conception structurelle de la CSA S37, *Antennas, Towers, and Antenna-Supporting Structures* (publiée en 2001) ;
- les normes de la série CEI 61400 ainsi que les ouvrages de référence connexes ;
- les lignes directrices et les documents de certification de Germanischer Lloyd (GL) ;
- les lignes directrices et les documents de certification de Det Norske Veritas (DNV) ;
- divers autres codes, normes et lignes directrices européens ; et
- d'autres études réalisées par des ingénieurs reconnus.

À l'heure actuelle, la seule Norme nationale du Canada qui traite spécifiquement des fondations d'éoliennes est la CAN/CSA-F416. En effet, l'article 6.2.6 de cette norme se lit comme suit : «Le calcul des ancrages et des fondations doit satisfaire à la CSA S37-M (1986, *Antennas, Towers, and Antenna-Supporting Structures*) et à toute autre norme CSA pertinente. Le calcul doit tenir compte du caractère cyclique de certaines conditions de charge.» Cependant, tel que mentionné précédemment dans ce guide, la CAN/CSA-F416 a été élaborée en fonction de la technologie éolienne des années 80 et ne prévoyait aucunement l'utilisation de turbines d'une puissance supérieure à environ 50 kW. Cette norme n'a jamais été officiellement citée en référence dans quelque code du bâtiment canadien que ce soit.

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008. Ces documents présenteront des exigences de conception des fondations qui s'appuient sur l'ensemble des données publiées par la CEI relativement à des cas de charges particuliers aux éoliennes, lesquelles données sont accompagnées de références aux codes nationaux (canadiens) sur les structures et aux normes nationales (canadiennes) sur les matériaux, tel qu'exigé par les normes CEI. Les ébauches de ces documents comprennent actuellement des références à la partie 4.3 de l'édition 2005 du *Code national du bâtiment — Canada (code type)* (qui fait à son tour référence à un éventail de normes canadiennes sur la conception, les matériaux et la fabrication), à des dispositions relatives au climat canadien et à la conception parasismique ainsi qu'à d'autres aspects des *Commentaires sur le calcul des structures du Code national du bâtiment — Canada, 2005*.

Pour obtenir plus de renseignements sur les exigences canadiennes relatives à ces aspects et sur les codes du bâtiment en général, le lecteur peut consulter le site Web des codes nationaux du Canada ([www.nationalcodes.ca](http://www.nationalcodes.ca)) ou communiquer avec le membre compétent du Comité consultatif provincial-territorial des politiques des codes (<http://www.nationalcodes.ca/cbfc/PTPACC%20Members%20list2.pdf>). Le lecteur devrait également envisager la possibilité de communiquer avec une entreprise d'ingénieurs-conseils au fait des exigences propres au territoire de compétence visé.

## 11.2 Fondations (province de l'Ontario)

L'article 1.3.1.1, *Designated Structures*, de l'édition 2006 du *Ontario Building Code* se lit comme suit : [TRADUCTION] «les structures suivantes sont désignées aux fins du paragraphe d) de la définition du terme «bâtiment» présentée au sous-article 1(1) de la Loi : [...] g) une structure qui supporte un aérogénérateur ayant une puissance développée nominale supérieure à 3 kW».

Le *OBC* est élaboré et publié par le ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario. Visitez le [www.obc.mah.gov.on.ca](http://www.obc.mah.gov.on.ca) pour obtenir les coordonnées du ministère.

## 12 Tours

### 12.1 Généralités

Selon la CSA, il n'existe aucun règlement ou code qui traite spécifiquement des tours d'éoliennes au Canada, exception faite de l'Ontario (voir le cas spécial présenté à l'article 12.2). Dans certains territoires de compétence toutefois, les AC exigent la participation d'ingénieurs enregistrés dans la province visée et autorisés à produire des dessins techniques sous pli scellé (c'est-à-dire, approuvés) avant d'approuver l'érection d'une tour.

Les grandes tours d'éoliennes sont généralement fabriquées selon les spécifications du concepteur du réseau, par des fabricants indépendants spécialisés. Jusqu'à il y a quelques années, la majorité des grandes tours étaient expédiées d'Europe, où elles étaient fabriquées. Toutefois, un nombre sans cesse croissant de grandes tours sont désormais fabriquées aux États-Unis et au Canada.

Les petites tours d'éoliennes sont plus faciles à transporter et offertes par un vaste éventail de fournisseurs nationaux et internationaux.

L'actuelle Norme nationale du Canada sur les éoliennes, la CAN/CSA-F416, aborde le sujet des tours à l'article 6.2.2, lequel affirme que «tous les matériaux utilisés pour construire la tour doivent être conformes au *Code national [type] du bâtiment [du Canada]* et aux normes CSA pertinentes». Citées en référence dans d'autres sections de la CAN/CSA-F416, ces normes comprennent la CSA S37-M (1986) ainsi que toutes les autres normes généralement utilisées dans le domaine des éléments de structures d'acier ou de béton, y compris de nombreuses exigences visant les fixations et les assemblages établies par la CSA et l'ASTM. Cependant, tel que mentionné précédemment dans ce guide, la CAN/CSA-F416 a été élaborée en fonction de la technologie éolienne des années 80 et ne prévoyait aucunement l'utilisation de turbines d'une puissance supérieure à environ 50 kW. Cette norme n'a jamais été officiellement citée en référence dans quelque code du bâtiment canadien que ce soit.

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008. Ces documents présenteront des exigences de conception des tours qui se fondent sur l'ensemble des données publiées par la CEI relativement à des cas de charges particuliers aux éoliennes, lesquelles données sont accompagnées de références aux codes nationaux (canadiens) sur les structures et aux normes nationales (canadiennes) sur les matériaux, tel qu'exigé par les normes CEI. Les ébauches de ces documents comprennent actuellement des références à la partie 4.3 de l'édition 2005 du *Code national (type) du bâtiment — Canada* (qui fait à son tour référence à un éventail de normes canadiennes sur la conception, les matériaux et la fabrication), à des dispositions relatives au climat canadien et à la conception parasismique ainsi qu'à d'autres aspects des *Commentaires sur le calcul des structures du Code national du bâtiment — Canada*, 2005.

Pour obtenir plus de renseignements sur les exigences canadiennes relatives à ces aspects et sur les codes du bâtiment en général, le lecteur peut consulter le site Web des codes nationaux du Canada ([www.nationalcodes.ca](http://www.nationalcodes.ca)) ou communiquer avec le membre compétent du Comité consultatif provincial-territorial des politiques des codes (<http://www.nationalcodes.ca/cbfc/PTPACC%20Members%20list2.pdf>). Le lecteur devrait également envisager la possibilité de communiquer avec une entreprise d'ingénieurs-conseils au fait des exigences propres au territoire de compétence visé.

## 12.2 Tours (province de l'Ontario)

L'article 1.3.1.1, *Designated Structures*, de l'édition 2006 du *Ontario Building Code* se lit comme suit : [TRADUCTION] «les structures suivantes sont désignées aux fins du paragraphe d) de la définition du terme «bâtiment» présentée au sous-article 1(1) de la Loi : [...] g) une structure qui supporte un aérogénérateur ayant une puissance développée nominale supérieure à 3 kW».

Le *OBC* est élaboré et publié par le ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario. Visitez le [www.obc.mah.gov.on.ca](http://www.obc.mah.gov.on.ca) pour obtenir les coordonnées du ministère.

## 13 Marquage des obstacles à la navigation aérienne

Selon la CSA, les exigences nationales canadiennes visant les marquages d'obstacles à la navigation aérienne sont définies par Transports Canada ([www.tc.gc.ca](http://www.tc.gc.ca)). D'autres exigences provinciales ou locales peuvent s'appliquer.

Toujours selon la CSA, ces exigences spécifiques font actuellement l'objet du projet de norme CARS 621.19.12, *Marking and Lighting of Wind Turbines and Windfarms*, de Transports Canada, qui est affiché sur le site Web du ministère.

La CAN/CSA-F416 affirme qu'«il peut être obligatoire de signaler les systèmes de conversion d'énergie éolienne en tant qu'obstacles à la navigation aérienne. La signalisation doit être conforme à la CSA S37-M [1986] et aux règlements régionaux de Transports Canada».

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008. Aucune de ces nouvelles normes ne traite des marquages d'obstacles à la navigation aérienne.

Outre les AC, le lecteur peut communiquer avec l'ACÉÉ ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) pour obtenir plus de renseignements à ce sujet.

## 14 Sécurité des installations électriques

### 14.1 Généralités

Cette section porte sur les exigences de sécurité en matière d'électricité visant tous les composants d'éoliennes, jusqu'au point de raccordement avec un transformateur élévateur de tension canadien certifié ou un autre raccordement de même nature à un appareillage canadien approuvé typique.

Selon la CSA, aucun règlement canadien publié n'identifie spécifiquement les exigences de sécurité en matière d'électricité visant les composants d'éoliennes. La reconnaissance de tout document par les AC se fonde sur leur interprétation du document en question ainsi que sur leurs lois provinciales respectives en matière de sécurité des installations électriques.

Les AC canadiennes du secteur de la sécurité des installations électriques assument des pouvoirs dont l'étendue varie et fournissent différentes interprétations de la façon dont leurs codes de l'électricité provinciaux doivent être mis en application. Certaines AC entretiennent des liens de dépendance avec les propriétaires de réseaux (grands réseaux privés ou services publics d'État), ce qui leur confère la capacité de reconnaître des appareillages qui n'ont pas été certifiés par un organisme de certification accrédité (à la suite d'une évaluation de conformité) par le Conseil canadien des normes, mais qui répondent tout de même aux exigences des exploitants de réseaux. D'autres AC exigent des propriétaires qu'ils permettent la réalisation d'inspections internes ou fournissent des documents et des preuves supplémentaires de la convenance ou de la compatibilité des appareillages. Ces documents et preuves peuvent comprendre une description des modifications particulières imposées par le climat canadien ou apportées aux fins de conformité à des exigences techniques ou codifiées cruciales.

Si ces exigences provinciales ou locales sont prévues et respectées à l'usine même, il est possible qu'elles n'entraînent aucun délai, ni coût important. Il importe que les parties intéressées participantes soient au fait des exigences particulières des AC d'un territoire de compétence donné afin d'éviter les révisions à pied d'œuvre et les délais coûteux, qui se sont révélés significatifs dans le passé.

Il ne fait aucun doute que toutes les parties intéressées souhaitent cerner et réduire les différences entre les normes et les codes de sécurité des installations électriques du Canada et de l'étranger, bien que certaines de ces différences de point de vue opposent depuis de nombreuses décennies les spécialistes de la sécurité des installations électriques d'Europe et d'Amérique du Nord et qu'elles se maintiendront au cours des années à venir.

#### **14.2 Normes canadiennes en matière de sécurité des installations électriques**

L'actuelle Norme nationale du Canada qui traite de ce sujet est la CAN/CSA-F416. Cette norme n'a jamais été citée en référence dans quelque code de l'électricité provincial que ce soit, bien que les codes des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut en fassent mention. La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008. Ces documents reconnaissent une combinaison de normes canadiennes sur la sécurité des installations électriques et de normes ou de lignes directrices internationales qui sont actuellement appuyées par des programmes internationaux de certification des éoliennes.

#### **14.3 Lignes directrices internationales en matière de sécurité des installations électriques**

La plupart des grandes turbines installées à ce jour au Canada ont été conçues conformément à la CEI 61400-1 et aux normes de sécurité sous-jacentes établies par la CEI et l'ISO. Ces normes représentent l'ensemble des exigences qui ont été jugées acceptables par le truchement d'un consensus des pays membres participants (principalement l'Allemagne, le Danemark, le Royaume-Uni, la Suède, le Japon, l'Espagne, l'Italie, la Hollande, la Chine, la Corée, l'Inde, les États-Unis et, depuis 2005, le Canada) et qui ont été ultérieurement adoptées par un certain nombre de pays, avec ou sans modifications nationales. Dans certains pays, ces normes sont complétées par un grand nombre de normes de sécurité visant les structures, les matériaux et les travailleurs. Les processus de certification (évaluations de conformité) en vigueur dans ces pays diffèrent quelque peu au sein même du continent européen, mais les divergences et les entreprises participantes sont considérablement différentes au Canada. Germanischer Lloyd (GL) et Det Norske Veritas (DNV) ont publié deux séries de lignes directrices internationales de certification des éoliennes hautement perfectionnées qui ont été passées en revue par les membres de la CSA. Les membres délégués de ces deux entreprises jouent d'ailleurs un rôle de premier plan dans la mise à jour des documents de la série CEI 61400 et appuient fermement l'intention qu'a le Canada de mettre à jour ses Normes nationales de manière à refléter l'état actuel de la technologie.

Les éoliennes certifiées par GL, DNV ou d'autres organismes et importés au Canada ont généralement obtenu leur certification à l'usine même, selon des normes CEI ou des normes nationales similaires adoptées par le pays d'origine (généralement l'Allemagne ou le Danemark, mais également, dans un nombre croissant de cas, les États-Unis, l'Espagne, l'Inde et d'autres pays). Ces certifications peuvent inclure la reconnaissance d'autres composants certifiés, plus particulièrement les composants électriques. On peut aisément imaginer les difficultés que doit surmonter un inspecteur en électricité canadien qui doit évaluer la compatibilité (avec les codes de l'électricité canadiens) d'une énorme machine européenne construite selon différentes normes d'installation et contenant toutes sortes de composants électriques qui ne portent aucune marque ou sur lesquels ont été apposées les marques d'organismes qui ne sont pas officiellement reconnus au Canada. Or, au Canada, les certifications GL et DNV sont très bien connues et respectées par les AC des secteurs pertinents de l'industrie du génie de la construction lourde et de l'assurance, plus particulièrement en ce qui a trait aux navires et aux grandes structures marines. Ces organismes et ceux qui certifient le vaste éventail de composants visés ne sont toutefois pas, pour la plupart, intégrés aux systèmes canadiens ou américains de sécurité des installations électriques.

L'harmonisation (le cas échéant) des normes canadiennes sur les éoliennes (sécurité des installations électriques) avec les normes CEI et européennes contribuera à définir plus clairement l'éventail de solutions manifestement acceptables, ou tolérables, en matière de sécurité des installations électriques. Toutefois, le manque d'établissements de certification et de mise à l'essai

ainsi que de systèmes de marquage qualifiés et enregistrés en Amérique du Nord soulève évidemment des préoccupations.

#### 14.4 AC

De toute évidence, il s'agit là d'un aspect sur lequel certains lecteurs voudront en savoir davantage. Tel que mentionné précédemment, les AC diffèrent considérablement d'un territoire de compétence à l'autre. Le lecteur peut donc communiquer avec un ingénieur familiarisé avec les exigences propres au territoire de compétence visé. Selon la CSA, on peut communiquer avec les AC ci-dessous pour obtenir des directives à propos des exigences actuelles et à venir en matière de sécurité des installations électriques applicables aux éoliennes. La liste qui suit n'est pas exhaustive :

- Alberta — Ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Alberta ([www.municipalaffairs.gov.ab.ca](http://www.municipalaffairs.gov.ab.ca)) ;
- Colombie-Britannique — BC Safety Authority ([www.safetyauthority.ca](http://www.safetyauthority.ca)) ;
- Manitoba — Manitoba Hydro ([www.hydro.mb.ca](http://www.hydro.mb.ca)) ;
- Nouveau-Brunswick — ministère de la Sécurité publique ([www.gnb.ca](http://www.gnb.ca)) ;
- Nouvelle-Écosse — Nova Scotia Power ([www.nspower.ca](http://www.nspower.ca)) ;
- Ontario — Office de la sécurité des installations électriques de l'Ontario ([www.esasafe.com](http://www.esasafe.com)) ;
- Île-du-Prince-Édouard — Ministère des Affaires communautaires et culturelles et du travail de l'Île-du-Prince-Édouard ([www.gov.pe.ca](http://www.gov.pe.ca)) ;
- Québec — Hydro-Québec ([www.hydroquebec.com](http://www.hydroquebec.com)) ; et
- Saskatchewan — SaskPower ([www.saskpower.ca](http://www.saskpower.ca)).

## 15 Considérations relatives aux exigences de conception liées à l'environnement et aux conditions extérieures

Selon la CSA, il n'existe au Canada aucun règlement ou code qui traite spécifiquement des considérations relatives aux exigences de conception liées à l'environnement pour les aérogénérateurs. Dans certains territoires de compétence canadiens toutefois, les exigences des AC peuvent prévoir la prise en considération des données environnementales présentées dans un code provincial du bâtiment ou un autre document reconnu.

Les normes internationales CEI 61400-1 et CEI 61400-2 (ainsi que les lignes directrices de GL et de DNV) fournissent des renseignements très détaillés sur la façon d'évaluer les charges de vent et de leur assigner une cote de classement en recourant à une démarche dynamique qui se fonde sur les vitesses du vent. Bien que la démarche d'évaluation des conditions de vent diffère de celle que préconisent les codes canadiens du bâtiment, elle ne semble pas être incompatible avec celle-ci et peut être évaluée de façon raisonnable au moyen de facteurs de conversion et de renseignements supplémentaires pertinents. Bien que les normes CEI soient à jour, elles ne traitent pas des considérations relatives aux basses températures (p. ex., les températures inférieures à  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) qui prévalent dans la majeure partie du territoire canadien. Une analyse supplémentaire des conditions de basses températures est présentée dans les lignes directrices de GL et de DNV ainsi que dans d'autres publications élaborées par des fabricants et l'Agence internationale de l'énergie. La CEI 61400-1 fournit peu de renseignements au sujet des charges de grêle et de givre ainsi que des charges sismiques, mais ces aspects sont abordés en détails dans les lignes directrices de GL et de DNV.

L'actuelle Norme nationale du Canada qui porte sur ce sujet, soit la CAN/CSA-F416, présente les considérations relatives aux exigences de conception liées à l'environnement suivantes :

- une période de récurrence d'une centaine d'années permettant de déterminer les pires conditions environnementales susceptibles de survenir ;
- une vitesse de survie au vent de 60 m/s à 10 m de hauteur tenant lieu d'analyse météorologique reconnue ;
- une équation et un paramètre applicables au cisaillement du vent ;
- un modèle de rafale de vent et un taux maximal de changement de direction du vent ;

- des exigences de performances au cours de la période de récurrence de 100 ans, à des températures oscillant entre  $-40\text{ °C}$  et  $40\text{ °C}$ , à 100 % d'humidité ( $-60\text{ °C}$  au-delà de  $60^\circ$  de latitude Nord) ;
- des exigences de résistance à une accumulation de givre d'au moins 60 mm tenant lieu d'analyse météorologique reconnue ;
- des exigences de résistance à des grêlons de 20 mm tombant à une vitesse de 20 m/s en cours de fonctionnement à pleine vitesse ;
- des conditions de foudre particulières ; et
- des charges sismiques définies dans les codes du bâtiment.

Tel que mentionné précédemment dans ce guide, la CAN/CSA-F416 a été élaborée en fonction de la technologie éolienne des années 80 et ne prévoyait aucunement l'utilisation de turbines d'une puissance supérieure à environ 50 kW. Cette norme n'a jamais été officiellement citée en référence dans quelque code du bâtiment canadien que ce soit.

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008. Ces publications permettront d'atteindre un équilibre entre la démarche préconisée par les documents de la CEI et les exigences particulières qui se fondent sur la réalité des conditions environnementales canadiennes, telles que détaillées dans le *Code national du bâtiment — Canada*.

## 16 Cas de charges

Les chapitres 11, *Fondations*, et 12, *Tours*, présentent des renseignements sur la façon dont les codes du bâtiment peuvent s'appliquer à la détermination des cas de charges.

Bon nombre de renseignements détaillés sur le sujet sont présentés au chapitre 7 de la CEI 61400-1 de même qu'au chapitre 7 de la CEI 61400-2. Des renseignements encore plus détaillés sont fournis par les lignes directrices de GL et de DNV. La mise en application des codes locaux ou nationaux sur les matériaux est d'ailleurs reconnue à l'article 7.6.1.3 de la CEI 61400-1.

Les articles 5.1 et 5.2 de la CAN/CSA-F416 définissent des cas et des combinaisons de charges de calcul, mais renvoient le lecteur à l'article 4.2.1 du *Code national du bâtiment* (1985) et à la CSA S37 (1986) pour plus de renseignements sur les charges de survie au vent. Les méthodes de calcul se fondent sur une durée de vie de 20 ans. Les méthodes de calcul aux contraintes admissibles ou aux états limites sont permises, mais ces états limites doivent être conformes à la CSA S37 (1986).

Tel que mentionné précédemment dans ce guide, la CAN/CSA-F416 a été élaborée en fonction de la technologie éolienne des années 80 et ne prévoyait aucunement l'utilisation de turbines d'une puissance supérieure à environ 50 kW. Cette norme n'a jamais été officiellement citée en référence dans quelque code du bâtiment canadien que ce soit.

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008. Ces publications permettront d'atteindre un équilibre entre la démarche préconisée par les documents de la CEI et les exigences des AC canadiennes en matière de conception et d'approbation des structures.

## 17 Protection contre la foudre

La protection contre la foudre en général, et plus particulièrement en ce qui a trait aux éoliennes, suscite un vif intérêt pour un vaste éventail de parties intéressées.

La CEI 61400-1 fait référence aux exigences générales de protection contre la foudre de la CEI 61024 de même qu'aux lignes directrices visant les éoliennes établies par la CEI/TR 61400-24, laquelle constitue un rapport technique sur les mesures de protection contre la foudre applicables aux éoliennes. Bien que cette publication ne soit pas une norme au sens technique du terme, elle fournit des renseignements détaillés sur la nature des risques liés à la foudre ainsi que des lignes directrices sur la façon de garantir des niveaux raisonnables de protection pour les composants essentiels des éoliennes. Elle fait également référence à certains autres documents CEI de nature plus générale portant sur la foudre et la mise à la terre. Les lignes directrices de GL et de DNV abordent également le sujet en profondeur.



La CAN/CSA-F416 définit le type de décharges de foudre auxquelles le trajet de mise à la terre d'une éolienne devrait résister, mais ne fournit aucune directive sur la façon de procéder pour ce faire. Le *CCÉ, Première partie*, de la CSA contient de nombreux articles établissant des exigences générales sur l'installation des appareillages de mise à la terre, des parafoudres et des appareillages de protection contre la foudre. La CAN/CSA-B72, *Code d'installation des paratonnerres*, constitue également un ouvrage de référence fort utile.

Tel que mentionné précédemment dans ce guide, la CAN/CSA-F416 a été élaborée en fonction de la technologie éolienne des années 80 et ne prévoyait aucunement l'utilisation de turbines d'une puissance supérieure à environ 50 kW. Cette norme n'a jamais été officiellement citée en référence dans quelque code du bâtiment canadien que ce soit.

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008. Ces publications permettront d'atteindre un équilibre entre les exigences de la CEI et celles du Canada en matière de protection contre la foudre et de mise à la terre.

La CSA a récemment publié la CAN/CSA-C61400-24, qui est une adoption, avec exigences propres au Canada, de la CEI/TR 61400-24. Cette norme a été publiée en décembre 2007.

Le lecteur peut communiquer avec les AC du secteur de la sécurité des installations électriques énumérées à l'article 14.4 afin d'obtenir d'autres directives.

## 18 Pales et rotors

La CSA ne connaît aucune exigence réglementaire canadienne visant les pales et les rotors d'éoliennes.

La CEI 61400-1 fait référence aux exigences structurelles visant les grandes pales de la CEI 61400-23. Les lignes directrices de GL et de DNV traitent également de ce sujet en profondeur. La CAN/CSA-F416 n'établit aucune exigence relative aux pales ou aux rotors.

Tel que mentionné précédemment dans ce guide, la CAN/CSA-F416 a été élaborée en fonction de la technologie éolienne des années 80 et ne prévoyait aucunement l'utilisation de turbines d'une puissance supérieure à environ 50 kW. Cette norme n'a jamais été officiellement citée en référence dans quelque code du bâtiment canadien que ce soit.

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008.

## 19 Systèmes mécaniques

La CSA ne connaît aucune exigence réglementaire canadienne visant les systèmes mécaniques d'éoliennes, et la CAN/CSA-F416 n'établit aucune exigence à ce sujet.

La CEI 61400-1 comporte une section qui décrit les systèmes mécaniques d'éoliennes (multiplicateurs de vitesse, freins, roulements, dispositifs d'orientation et de calage, etc.). Cette norme est complétée par la CEI/TS 61400-13 (sur la mesure des charges mécaniques) ainsi que par certains ouvrages de référence publiés par l'ISO au sujet des roulements. Les lignes directrices de GL et de DNV traitent également de ces aspects en profondeur.

La CAN/CSA-F416 sera remplacée par les nouvelles publications CAN/CSA-C61400-1 et CAN/CSA-C61400-2, qui paraîtront toutes deux avant le mois de mai 2008.

## 20 Mesure des performances

La CSA ne connaît aucune publication réglementaire qui traite de ce sujet. Celui-ci gagne toutefois en importance à la lumière des aspects commerciaux des éoliennes et fait l'objet de fréquentes discussions au sein du Comité technique 88 de la CEI. En mai 2007, le Comité technique CSA sur les éoliennes a approuvé l'adoption de la CEI 61400-12-1, *Aérogénérateurs — Partie 12-1 : Mesures des performances de puissance des éoliennes de production d'électricité*, laquelle a récemment été publiée à titre de nouvelle Norme nationale du Canada, sous la désignation CAN/CSA-C61400-12-1.

Bon nombre d'organismes internationaux de certification, y compris GL et DNV, abordent le sujet dans les lignes directrices qu'ils ont publiées, en plus d'offrir des programmes de certification qui s'appuient sur ces lignes directrices.

On ne connaît aucun document officiel qui fait référence à la CAN/CSA-F17, mais celle-ci propose un mode opératoire relativement simple qui convient à l'évaluation de la courbe de puissance, de la puissance développée annuelle et du bruit produit par une petite éolienne. La CAN/CSA-F417 sera retirée maintenant que la CSA a publié la CAN/CSA-C61400-12-1.

## 21 Qualité du courant électrique

Au Canada, ce sont généralement les exploitants de réseaux qui tiennent lieu d'AC, et les règles à suivre se fondent sur les codes applicables à leurs réseaux respectifs. Aucune Norme nationale du Canada ne traite de la qualité du courant électrique produit par des éoliennes.

La CEI 61400-21 fournit des renseignements détaillés sur la façon de définir et de mesurer certaines caractéristiques de qualité du courant électrique telles que la puissance réactive, le papillotement, les fluctuations de tension et les harmoniques, mais on ne prévoit pas que cette norme sera adoptée au Canada sous peu.

De nombreuses recherches ont été effectuées partout dans le monde sur la qualité du courant électrique des éoliennes, sujet sur lequel portent les travaux continus de certains organismes nord-américains, y compris le groupe de travail mixte de l'American Wind Energy Association (AWEA) et de l'ACÉE ([www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)) ainsi que l'Association canadienne de l'électricité ([www.ceatech.ca](http://www.ceatech.ca)).

## 22 Sécurité des travailleurs

Chaque province canadienne dispose de codes sur la santé et la sécurité au travail qui établissent des exigences générales et particulières visant différents milieux de travail. Ces codes portent sur l'équipement de protection individuel, les plateformes de travail, les échelles, les dispositifs de protection, les espaces clos ainsi que d'autres aspects, et peuvent citer en référence des documents de la CSA ou d'autres organismes de normalisation. Les normes CSA connexes incluent la série de normes CSA Z259 sur la protection antichute, la CAN/CSA-Z431, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification — Principes de codage pour les dispositifs indicateurs et les organes de commande*, la CSA Z432, *Protection des machines*, la CAN/CSA-Z460, *Maîtrise des énergies dangereuses : Cadenassage et autres méthodes*, ainsi que la vaste gamme de normes sur l'équipement de protection individuel.

La CSA ne connaît aucune réglementation ou norme canadienne sur la sécurité des travailleurs qui vise spécifiquement les éoliennes. Un exemple de norme exhaustive sur la sécurité des travailleurs dans le domaine des éoliennes est la norme britannique BS EN 50308, *Wind Turbines — Protective Measures — Requirements for Design, Operation and Maintenance*, qui traite des risques spécifiques liés aux chutes, aux glissements, aux incendies, aux électrocutions, au bruit, aux espaces clos et à l'ergonomie dans le contexte des éoliennes. Cette norme fait également référence à plusieurs normes EN et ISO, en plus de présenter un certain nombre d'exigences normatives.

Pour obtenir plus de renseignements, le lecteur peut communiquer avec les autorités compétentes responsables de la mise en application des règlements sur la santé et la sécurité au travail du territoire de compétence visé. Le lecteur peut également communiquer avec le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail ([www.ccohs.ca](http://www.ccohs.ca)).

## Annexe A

### Comités CSA sur les éoliennes

Depuis 2004, la CSA et ses membres s'efforcent de répondre activement aux besoins des parties intéressées canadiennes en ce qui a trait à cette technologie qui connaît un développement rapide.

Le Comité technique CSA sur les éoliennes est responsable de la direction et de l'approbation de tous les projets de normes et rapports CSA sur les éoliennes présentés au Comité directeur stratégique CSA sur les exigences en matière de sécurité électrique (SCORES). La démarche adoptée par le Comité technique consiste à mettre à jour les Normes nationales du Canada en se fondant sur l'ensemble des données publiées par le Comité technique 88 sur les éoliennes de la Commission Électrotechnique Internationale (CEI). Au 16 novembre 2007, cinq normes du CT 88 de la CEI étaient en cours d'adoption par la CSA, dont chacune a été soumise à une revue détaillée par un Sous-comité CSA (comité permanent) particulier, conformément à la grille suivante :

<b>Norme CEI revue</b>	<b>Nom du sous-comité CSA sur les éoliennes</b>	<b>Étape du processus d'adoption</b>
61400-1, Éoliennes — Partie 1 : Exigences de conception	Exigences de conception	Actuellement soumise aux voix au sein du Comité technique. La publication est prévue pour mai 2008.
61400-2, Aérogénérateurs — Partie 2 : Exigences en matière de conception des petits aérogénérateurs	Exigences en matière de conception des petits aérogénérateurs	Actuellement soumise aux voix au sein du Comité technique. La publication est prévue pour mai 2008.
61400-11, Aérogénérateurs — Partie 11 : Techniques de mesure du bruit acoustique	Mesure du bruit acoustique	Adoptée sans modification et publiée à titre de Norme nationale du Canada en novembre 2007.
61400-12-1, Aérogénérateurs — Partie 12-1 : Mesures des performances de puissance des éoliennes de production d'électricité	Essais des performances de puissance	Adoptée sans modification et publiée à titre de Norme nationale du Canada en novembre 2007.
61400-24, Aérogénérateurs — Partie 24 : Protection contre la foudre	Protection contre la foudre	Adoptée, avec exigences propres au Canada, et publiée à titre de Norme nationale du Canada en décembre 2007.

La liste des membres du Comité technique CSA sur les éoliennes et de ses cinq sous-comités figure dans les pages qui suivent.

# Comité technique sur les éoliennes

<b>D. Vandermeer</b>	Satcon Stationary Power Systems Burlington (Ontario)	<i>président</i>
<b>C. Handler</b>	Ressources naturelles Canada Ottawa (Ontario)	<i>vice-président</i>
<b>R. Abdul</b>	Mitsubishi Power Systems Lester, Pennsylvanie, É.-U.	
<b>P. Andres</b>	Sustainable Energy Link Limited Kincardine (Ontario)	
<b>M. Bourns</b>	TransAlta Wind Calgary (Alberta)	
<b>T. Buchal</b>	Intertek — ETL Semko Cortland, New York, É.-U.	<i>comembre</i>
<b>P. Champigny</b>	GAMESA Wind, Toronto (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>D. Clements</b>	Nova Scotia Power Inc. Halifax (Nouvelle-Écosse)	
<b>M. De Lint</b>	Ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario Toronto (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>C. Deveau</b>	U.S. Steel Canada Inc. Hamilton (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>S. W. Douglas</b>	Office de la sécurité des installations électriques Cambridge (Ontario)	
<b>G. S. Frater</b>	Conseil canadien de la construction en acier Toronto (Ontario)	
<b>M. Gardner</b>	Ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Alberta Edmonton (Alberta)	
<b>R. Grant</b>	Grantec Engineering Consultants Inc. Hammonds Plains (Nouvelle-Écosse)	
<b>R. Guillemette</b>	AAER Systems Inc. Verdun (Québec)	
<b>G. Holden</b>	Hatch Energy Niagara Falls (Ontario)	<i>comembre</i>

<b>B. Howe</b>	HGC Engineering — Howe Gastmeier Chapnik Ltd Mississauga (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>M. Khan</b>	GE Energy (Wind) Greenville, Caroline du Sud, É.-U.	
<b>D. Krause</b>	Algal & Associates Ltd Toronto (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>D. R. Luciani</b>	Groupe CWB — Services aux industries Mississauga (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>D. Malcolm</b>	Global Energy Concepts LLC Seattle, Washington, É.-U.	
<b>C. Masson</b>	École de technologie supérieure Université du Québec Montréal (Québec)	<i>comembre</i>
<b>A. Narang</b>	Kinectrics Inc. Toronto (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>J. P. Neu</b>	Électro-Fédération Canada Mississauga (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>M. Oprisan</b>	Ressources naturelles Canada Ottawa (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>A. Paulissen</b>	Wenvor Technologies Inc. Guelph (Ontario)	
<b>S. Paulsen</b>	Province du Nouveau-Brunswick Fredericton (Nouveau-Brunswick)	
<b>K. Polnicky</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>S. Saylor</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	<i>comembre</i>
<b>I. Shaw</b>	Hatch Energy Niagara Falls (Ontario)	
<b>M. Stone</b>	Canadian Welding Bureau/ Bureau canadien de soudage Mississauga (Ontario)	
<b>R. Strube</b>	Intertek — ETL Semko Cortland, New York, É.-U.	<i>comembre</i>
<b>D. Timm</b>	Association canadienne de l'énergie éolienne Ottawa (Ontario)	
<b>L. Welsh</b>	Environnement Canada Hull (Québec)	

<b>S. Whittaker</b>	Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉEÉ) Ottawa (Ontario)	<i>comembre</i>
<b>C. Cortissoz</b>	Association canadienne de normalisation Mississauga (Ontario)	<i>chargé de projet</i>
<b>J. Shikaze</b>	Association canadienne de normalisation Mississauga (Ontario)	<i>chargé de projet</i>

# Sous-comité sur les exigences de conception applicables aux éoliennes

<b>D. Timm</b>	Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉEÉ) <i>président</i> Ottawa (Ontario)
<b>R. Abdul</b>	Mitsubishi Power Systems Lester, Pennsylvanie, É.-U.
<b>F. Arsene</b>	GE Wind Energy Greenville, Caroline du Sud, É.-U.
<b>T. Baumann</b>	Climate Check Corporation Ottawa (Ontario)
<b>T. Buchal</b>	Intertek — ETL Semko Cortland, New York, É.-U.
<b>P. Champigny</b>	GAMESA Wind Toronto (Ontario)
<b>S. W. Douglas</b>	Office de la sécurité des installations électriques Cambridge (Ontario)
<b>G. S. Frater</b>	Conseil canadien de la construction en acier Toronto (Ontario)
<b>C. Handler</b>	Ressources naturelles Canada Ottawa (Ontario)
<b>S. Kadonaga</b>	TransAlta Wind Calgary (Alberta)
<b>M. Kennedy</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.
<b>D. Krause</b>	Algal & Associates Ltd Toronto (Ontario)
<b>D. R. Luciani</b>	Groupe CWB — Services aux industries Mississauga (Ontario)
<b>D. Malcolm</b>	Global Energy Concepts LLC Seattle, Washington, É.-U.
<b>J. Morrison</b>	QPS Evaluation Services Inc. Toronto (Ontario)
<b>A. Narang</b>	Kinectrics Inc. Toronto (Ontario)

<b>M. Oprisan</b>	Ressources naturelles Canada Ottawa (Ontario)	
<b>T. Pashley</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>S. Saylor</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>M. Stone</b>	Canadian Welding Bureau/ Bureau canadien de soudage Mississauga (Ontario)	
<b>L. Welsh</b>	Environnement Canada Hull (Québec)	
<b>S. Whittaker</b>	Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉÉ) Ottawa (Ontario)	
<b>R. Storey</b>	Association canadienne de normalisation Mississauga (Ontario)	<i>chargé de projet</i>



# Sous-comité sur les exigences de conception applicables aux petites éoliennes

<b>A. LaCroix</b>	Ressources naturelles Canada Ottawa (Ontario)	<i>président</i>
<b>R. Abdul</b>	Mitsubishi Power Systems Lester, Pennsylvanie, É.-U.	
<b>T. Baumann</b>	Climate Check Corporation Ottawa (Ontario)	
<b>T. Buchal</b>	Intertek — ETL Semko Cortland, New York, É.-U.	
<b>P. Champigny</b>	GAMESA Wind Toronto (Ontario)	
<b>S. W. Douglas</b>	Office de la sécurité des installations électriques Cambridge (Ontario)	
<b>G. R. Eagleson</b>	G.R. Eagleson Consulting Inc. Parkhill (Ontario)	
<b>G. S. Frater</b>	Conseil canadien de la construction en acier Toronto (Ontario)	
<b>D. Malcolm</b>	Global Energy Concepts LLC Seattle, Washington, É.-U.	
<b>J. Moller</b>	Moltec Incorporated Oakville (Ontario)	
<b>D. Timm</b>	Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉE) Ottawa (Ontario)	
<b>L. Welsh</b>	Environnement Canada Hull (Québec)	
<b>S. Whittaker</b>	Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉE) Ottawa (Ontario)	
<b>R. Storey</b>	Association canadienne de normalisation Mississauga (Ontario)	<i>chargé de projet</i>

# Sous-comité sur la mesure du bruit acoustique produit par les éoliennes

<b>B. Howe</b>	HGC Engineering Howe — Gastmeier Chapnik Ltd Mississauga (Ontario)	<i>président</i>
<b>R. Abdul</b>	Mitsubishi Power Systems Lester, Pennsylvanie, É.-U.	
<b>P. Andres</b>	Sustainable Energy Link Limited Kincardine (Ontario)	
<b>M. Bulow</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>V. Gambino</b>	Aerocoustics Engineering Limited Toronto (Ontario)	
<b>P. Héraud</b>	Hélimax Énergie inc. Montréal (Québec)	
<b>S. Keith</b>	Santé Canada Ottawa (Ontario)	
<b>T. Kelsall</b>	Hatch Associates Limited Mississauga (Ontario)	
<b>T. Mills</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>M. Morgenroth</b>	Hatch Energy Niagara Falls (Ontario)	
<b>L. Welsh</b>	Environnement Canada Hull (Québec)	
<b>R. Storey</b>	Association canadienne de normalisation Mississauga (Ontario)	<i>chargé de projet</i>

# Sous-comité sur la vérification des performances des éoliennes

<b>C. Masson</b>	École de technologie supérieure Université du Québec Montréal (Québec)	<i>président</i>
<b>R. Abdul</b>	Mitsubishi Power Systems Lester, Pennsylvanie, É.-U.	
<b>B. Ait-driss</b>	Hélimax Énergie inc. Montréal (Québec)	
<b>T. Baumann</b>	Climate Check Corporation Ottawa (Ontario)	
<b>M. Bourns</b>	TransAlta Wind Calgary (Alberta)	
<b>M. Bulow</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>J. Christensen</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>R. Storey</b>	Association canadienne de normalisation Mississauga (Ontario)	<i>chargé de projet</i>

# Sous-comité sur la protection des éoliennes contre la foudre

<b>R. Strube</b>	Intertek — ETL Semko Cortland, New York, É.-U.	<i>président</i>
<b>R. Abdul</b>	Mitsubishi Power Systems Lester, Pennsylvanie, É.-U.	
<b>W. Chisholm</b>	Kinectrics Inc. Toronto (Ontario)	
<b>M. Hale</b>	Radian Communication Services Corp. Oakville (Ontario)	
<b>M. Kennedy</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>D. Krause</b>	Algal & Associates Ltd Toronto (Ontario)	
<b>T. Pashley</b>	Vestas Americas Wind Technology Inc. Portland, Oregon, É.-U.	
<b>G. Thompson</b>	Tureycu Services Thornhill (Ontario)	
<b>R. Storey</b>	Association canadienne de normalisation Mississauga (Ontario)	<i>chargé de projet</i>