

GUIDE

GESTION DES ESPACES CLOS EN OPÉRATION DE PARCS ÉOLIENS



AQPER

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE
DE LA PRODUCTION
D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Association québécoise de la production
d'énergie renouvelable

276, rue St-Jacques, suite 807
Montréal (Québec) H2Y 1N3
514-281-3131

www.aqper.com

AQPER

À PROPOS DE L'AQPER

Active au Québec depuis presque un quart de siècle, l'Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPER) regroupe les producteurs, équipementiers et entreprises de biens et services du secteur.

Notre mission est d'accroître la production d'énergie renouvelable de source indépendante et d'en maximiser la valorisation dans le portefeuille énergétique québécois. Nos actions sont fondées sur le respect des principes du développement durable et favorisent le développement économique tant des régions que des grands centres du Québec.

À l'écoute des intervenants du milieu, des pouvoirs publics et des citoyens, nous encourageons leurs échanges. Dépositaire de l'expertise québécoise en matière d'énergie renouvelable, nous mettons le savoir-faire de nos membres à contribution. Nous informons le grand public sur les filières énergétiques renouvelables et participons aux débats sur les enjeux énergétiques. Nous bonifions les règlements et protocoles et prenons part aux consultations gouvernementales ainsi qu'aux groupes de travail des ministères pouvant bénéficier de notre savoir-faire.

GUIDE - GESTION DES ESPACES CLOS EN OPÉRATION DE PARCS ÉOLIENS

Octobre 2018

Réalisation et révision

Ce guide a été rédigé par Madame Annie Douillette, appuyée par les membres du groupe de travail *espaces clos* et la direction générale de la prévention et de l'inspection (CNESST) sous supervision de Monsieur Jean-François Samray, président-directeur général de l'AQPER.

Reproduction autorisée avec mention de la source.

Infographie

Madame Joanie Dubé, AQPER

Remerciements

Monsieur François R. Granger, CNESST
Monsieur Pierre Jobin, CNESST
Monsieur Louis Genest, CNESST

Notes au lecteur

1- Le genre masculin est utilisé dans ce guide afin d'alléger le texte.

2- Le secteur éolien a un bilan de santé et de sécurité exemplaire et utilise tous les moyens pour le conserver. Il a donc conçu ce guide afin de servir d'outil de prévention et de demeurer proactif pour assurer son devoir de diligence raisonnable. Les auteurs s'engagent à rééditer le document lorsque des changements de technologie ou de réglementation le nécessiteront. Cependant, en aucun cas, ce guide ne remplace l'obligation des parties prenantes à s'informer sur la réglementation applicable et à prendre en compte les avis des inspecteurs de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité de travail.

SOMMAIRE

1. Mise en contexte	7
2. Les parcs éoliens au Québec	8
2.1 Particularités du secteur éolien québécois	8
2.2 Les différentes composantes d'un parc de production éolien	9
3. Description des éoliennes	9
4. Espaces clos en milieu éolien	10
4.1 Cadre légal et réglementaire	10
4.2 Application du RSST pour le secteur éolien	10
4.3 Classement des composantes en fonction des critères de l'arbre décisionnel	14
5. Risques et mesures de prévention	15
5.1 Risques atmosphériques	16
5.1.1 Atmosphère déficiente en oxygène	16
5.1.2 Atmosphère enrichie en oxygène	17
5.1.3 Matières dangereuses, gaz et aérosols	17
5.1.4 Atmosphère inflammable ou explosive	18
5.1.5 Contraintes thermiques chaudes	19
5.1.6 Risque d'ensevelissement ou de noyade	19
5.2 Autres risques	20
6. Programme de travail en espaces clos	20
6.1- Identification et caractérisation des risques spécifiques à l'espace clos	20
6.1.1 Processus d'identification	20
6.1.2 Appréciation du risque	21
6.2- Plan des mesures correctives et des moyens de prévention	21
6.2.1 Élimination à la source	21
6.2.2 Remplacement	21
6.2.3 Contrôle technique	21
6.2.4 Sensibilisation à la présence du risque	22
6.2.5 Mesures administratives	22
6.2.6 Équipements de protection individuelle (ÉPI)	22
6.3 Moyen de contrôle	23
6.3.1 Programme d'entrée en espace clos	23
6.3.1.1 Rôle et responsabilités des membres de l'équipe d'entrée	23
6.3.1.2 Permis d'entrée en espace clos	26
6.3.1.3 Programme de formation pour le travail en espaces clos	26
7. Plan d'intervention d'urgence	26
7.1 Formation	27
7.2 Équipement	27
7.3 Communication avec les services d'urgence	27
7.4 Procédure de sauvetage	28
Conclusion	28
Bibliographie	31
Annexe 1 à 4	33-42



1. Mise en contexte

L'industrie éolienne est un secteur en pleine croissance, ayant une conscience environnementale et sociale bien développée. La santé et la sécurité de ses travailleurs sont également au cœur des préoccupations des travailleurs, gestionnaires et décideurs de l'industrie. Afin d'uniformiser leurs pratiques, les responsables de la santé et de la sécurité des parcs éoliens québécois, en collaboration avec l'Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPER), ont développé ce guide de bonnes pratiques en espace clos.

Sur l'ensemble du territoire québécois, les espaces clos sont associés à près de 40 accidents graves et mortels chaque année¹. Aucun n'est toutefois survenu dans le secteur éolien. L'industrie souhaite conserver son bilan exemplaire. C'est pourquoi, afin de prévenir toute occurrence, une bonne connaissance des risques inhérents à l'opération de parcs éoliens ainsi que des mesures de prévention et de contrôle à appliquer fait partie des moyens efficaces pour y arriver. Les principaux acteurs de l'industrie se sont déjà concertés pour définir les enjeux et les besoins en ce qui a trait à la santé et la sécurité dans les espaces clos. L'importance de développer un arbre décisionnel d'aide à l'identification des espaces clos a été soulevée. Un travail pour déterminer les risques présents dans les différents compartiments de l'éolienne a également été complété.

À la suite de ce travail, le besoin d'une référence et d'un encadrement commun à travers l'industrie éolienne québécoise s'est fait sentir pour assurer une uniformité dans l'interprétation et l'application de la réglementation par l'ensemble des parties. Ce guide est l'un des outils choisis pour y parvenir. Intitulé : Gestion des espaces clos en opération de parcs éoliens, il couvre les risques présents ainsi que les bonnes pratiques à adopter lors des opérations normales de maintenance. Compte tenu de leur singularité, les opérations exceptionnelles nécessitant une analyse de risques plus approfondie ou des mesures de contrôle adaptées à chaque cas n'y seront pas abordées. Un arbre décisionnel pour caractériser les espaces clos dans le domaine éolien sera présenté en plus des risques rencontrés et des moyens de contrôle à privilégier. Il est important de noter, qu'en aucun cas, ce guide n'a pour objet de soustraire les responsables de parcs éoliens à leurs obligations de s'informer et d'appliquer la réglementation en vigueur, pas plus qu'il ne soustrait les techniciens affectés à l'entretien l'obligation de respecter leur plan de travail. Les parties impliquées doivent également être conscientes que les normes, les connaissances et les bonnes pratiques évoluent et qu'elles doivent s'adapter pour s'y conformer. De leur côté, les responsables de ce guide s'engagent à le rééditer lorsque des changements technologiques ou réglementaires le nécessiteront.

Ce guide s'adresse dans un premier temps à ceux qui ont besoin d'une référence sur les bonnes pratiques de l'industrie relatives aux espaces clos et les risques qui leur sont inhérents. Il se veut aussi une référence pour les opérateurs et techniciens impliqués dans la maintenance des éoliennes. Finalement, le guide permettra aux étudiants et membres de la population intéressés par cette industrie de se familiariser avec les concepts de santé et sécurité dans l'opération des éoliennes.

¹ <https://www.apsam.com/sites/default/files/docs/publications/espaces-clos-guide.pdf>

2. Les parcs éoliens au Québec

2.1 Particularités du secteur éolien québécois

Un parc éolien est composé de plusieurs éoliennes, chacune agissant comme une unité de production électrique. Pour assurer un rendement optimal, chacune d'elle est positionnée pour recevoir un maximum de vent ce qui peut faire en sorte qu'elles se retrouvent fréquemment disséminées sur un grand territoire en régions montagneuses, isolées et éloignées des grandes villes².

Le climat particulier du Québec procure un grand potentiel de production éolienne, mais apporte également certains risques supplémentaires dont il faut tenir compte. En effet, les grands écarts de température entre nos étés chauds et nos hivers très froids nécessitent l'utilisation de matériaux pouvant leur résister. De plus, les travailleurs doivent composer avec des contraintes thermiques et des surfaces givrées². Finalement, l'entretien des éoliennes demande

des connaissances variées compte tenu de la complexité des différents systèmes permettant la production d'électricité. L'industrie doit donc se doter d'un bon programme de formation pour assurer la santé et la sécurité de ses employés².



² <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-820.pdf>

2.2 Les différentes composantes d'un parc de production éolien

Le vent permet de faire tourner les pales de l'**éolienne** ce qui actionne la **génératrice** qui convertit l'énergie cinétique en énergie électrique. Le transformateur de l'éolienne va augmenter la tension afin de transporter l'électricité de manière plus efficace à la **sous-station électrique**. Au niveau de la sous-station, la tension va être augmentée de nouveau pour s'ajuster à celle des **lignes de transport électrique**³. Bien que des espaces clos peuvent se retrouver à différents endroits dans un parc éolien, ce guide discutera seulement de ceux qui se retrouvent dans l'éolienne elle-même.



3. Description des éoliennes

On dénombre plus de 500 000 éoliennes de taille industrielle en opération dans le monde⁴. La majorité d'entre elles sont de type horizontal, c'est-à-dire que l'axe de rotation de leurs pales est parallèle au sol. Bien que chaque fabricant ait ses propres spécifications de conception, toutes comportent les sections suivantes : une base, une tour, une nacelle, un moyeu et des pales (voir figure ci-jointe). La base a pour fonction d'ancrer l'équipement au sol de façon permanente. Certains modèles peuvent comporter une fondation de plus ou moins grande dimension sous le niveau du sol. La tour, qui élève l'axe de rotation à une altitude de 60 à 100 mètres du sol afin de mieux l'exposer aux vents, est séparée en sections dont certaines contiennent des modules de contrôle (ensemble de composantes permettant d'analyser l'état de l'éolienne et d'actionner les différentes commandes) ou des modules électriques. Elle assure le moyen d'accès aux parties aériennes soit par une échelle ou un monte-charge. La nacelle correspond à la salle des machines et contient les équipements nécessaires pour transformer le mouvement des pales en énergie électrique et pour assurer l'orientation optimale de l'éolienne. Le moyeu fixe les trois pales de l'éolienne à l'axe de rotation. Certains modèles d'éolienne permettent un accès direct au moyeu via la nacelle alors que pour d'autres, l'accès se fait par une trappe extérieure. La rotation des pales varie en fonction de la vitesse du vent ainsi que de leur orientation.



3 <https://canwea.ca/fr/leolien-les-faits/leolien-une-solution-viable/>

4 <https://www.irena.org/en/wind>

4. Espaces clos en milieu éolien

4.1 Cadre légal et réglementaire

Un parc éolien n'est pas un établissement tel que défini à l'article 1 de la Loi sur la santé et sécurité du travail (LSST). En effet, un établissement est un regroupement d'équipement dans un lieu bien défini où l'on retrouve une présence de travailleur de façon continue. Un parc éolien ne correspondant pas à cette définition et est plutôt classé comme « autre lieu de travail ». Le règlement sur la santé ou la sécurité (RSST) ne s'applique donc pas directement sur un parc éolien. C'est, la LSST qui s'applique. Cependant, pour être en mesure de répondre aux obligations des travailleurs énoncées dans les articles 49 et 51 de la LSST, les travailleurs et les employeurs doivent pouvoir s'appuyer sur un cadre réglementaire⁵. Ainsi, pour identifier les espaces clos, les risques associés et les moyens de prévention requis en mode d'opération des éoliennes, le RSST est l'outil de référence à utiliser (voir annexe 2).

Selon l'article I du RSST, un espace clos se définit comme :

« espace clos »: tout espace **totalemment ou partiellement fermé**, notamment un réservoir, un silo, une cuve, une trémie, une chambre, une voûte, une fosse, y compris une fosse et une préfosse à lisier, un égout, un tuyau, une cheminée, un puits d'accès, une citerne de wagon ou de camion, qui possède les caractéristiques inhérentes suivantes:

1° il n'est **pas conçu pour être occupé par des personnes, ni destiné à l'être**, mais qui à l'occasion peut être occupé pour l'exécution d'un travail ;

2° on ne peut y accéder ou on ne peut en ressortir que par une **voie restreinte** ;

3° il peut présenter des **risques pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique** pour quiconque y pénètre, en raison de l'un ou l'autre des facteurs suivants:

a) **l'emplacement, la conception ou la construction** de l'espace, exception faite de la voie prévue au paragraphe 2 ;

b) **l'atmosphère ou l'insuffisance de ventilation** naturelle ou mécanique qui y règne ;

c) les **matières ou les substances** qu'il contient ;

d) les autres dangers qui y sont afférents⁶.

Pour être considéré comme un espace clos, ce dernier doit répondre aux critères 1 et 2 en plus de présenter au moins un risque parmi ceux énoncés aux points 3.

4.2 Application du RSST pour le secteur éolien

La définition et les articles du RSST visent à diminuer le bilan de décès dus au travail en espace clos au Québec. La majorité des décès sont causés par une atmosphère dangereuse, une méconnaissance des risques, des méthodes de travail inappropriées ou une absence de plan d'intervention d'urgence⁷. Le

5 <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/S-2.1>

6 <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/S-2.1,%20r.%2013>

règlement québécois se veut très général. Il a été conçu pour englober tous les secteurs d'activités. Cependant, son imprécision peut rendre difficile son application dans un domaine aussi spécifique que la production d'énergie éolienne. D'autres juridictions ont développé des critères d'application et fournissent plus de détails sur l'interprétation du règlement. La prochaine section reprendra donc chacun des critères définissant un espace clos dans le RSST, accompagnés de leur interprétation par les membres de l'industrie éolienne à partir de juridictions reconnues. Ces explications ont permis de développer un arbre d'aide à la décision, pour identifier les espaces clos dans les éoliennes, présenté à la figure 1.

« espace clos »: tout espace **totalemment ou partiellement fermé**, notamment un réservoir, un silo, une cuve, une trémie, une chambre, une voûte, une fosse, y compris une fosse et une préfosse à lisier, un égout, un tuyau, une cheminée, un puits d'accès, une citerne de wagon ou de camion, qui possède les caractéristiques inhérentes suivantes:

Cette énumération n'est pas exhaustive, mais renvoie à l'idée de confinement, c'est-à-dire que l'espace clos se visualise comme un récipient ayant la capacité de retenir ou de limiter les échanges de l'atmosphère ou pouvant contenir des liquides ou des solides.

1° il n'est **pas conçu pour être occupé par des personnes, ni destiné à l'être**, mais qui à l'occasion peut être occupé pour l'exécution d'un travail ;

La nature et l'usage de l'espace clos déterminent s'il est conçu pour être occupé par un humain. C'est-à-dire qu'il doit pouvoir être occupé en mode normal d'opération. Dans le cas contraire, il pourrait avoir les caractéristiques suivantes :

- Des conditions internes souvent incompatibles avec la vie
 - Un espace non conçu pour une occupation humaine
 - Absence de lumière ;
 - Espace ne permettant pas de se tenir debout ;
 - Ne comporte pas les mesures nécessaires pour assurer un travail régulier et sécuritaire⁸.
-

2° on ne peut y accéder ou on ne peut en ressortir que par une voie restreinte;

C'est l'orifice d'entrée ou de sortie qui est restreint ou de petite dimension. Cette restriction peut complexifier les opérations de sauvetage en compliquant la sortie du blessé de l'espace clos ou l'évacuation de l'espace en cas d'urgence. Elle peut également diminuer les échanges atmosphériques et donc entraîner une mauvaise ventilation de l'espace clos⁹.

7 Burlet-Vienney, D., Chinniah, Y., Bahloul, A., & Roberge, B. (2015). Occupational safety during interventions in confined spaces. *Safety Science*, 79, pp. 19-28.

8 Ministère du Travail de l'Ontario. (2011). Directives concernant les espaces clos. Repéré à [<https://www.labour.gov.on.ca/french/hs/pubs/confined/index.php>]

9 www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-703/ed703.pdf

3° il peut présenter des **risques pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique** pour quiconque y pénètre, en raison de l'un ou l'autre des facteurs suivants:

- a) l'**emplacement**, la **conception** ou la **construction** de l'espace, exception faite de la voie prévue au paragraphe 2 ;
- b) l'**atmosphère** ou l'**insuffisance de ventilation** naturelle ou mécanique qui y règne ;
- c) les **matières** ou les **substances** qu'il contient ;
- d) les autres dangers qui y sont afférents.

Les risques présentés aux points 3 peuvent mener à des asphyxies, des intoxications, des coups de chaleur, des explosions, des incendies, des ensevelissements ou des noyades. De plus, les caractéristiques d'un espace clos peuvent amener les conditions intérieures à changer rapidement¹⁰. La configuration de l'espace peut limiter la circulation d'air à l'intérieur de l'espace ou favoriser l'accumulation de substances lâches. Le manque de ventilation et d'échange d'air avec l'extérieur participe au risque qu'il y ait formation d'une atmosphère dangereuse. Les risques peuvent provenir de l'environnement immédiat (ex. : introduction d'un gaz extérieur à l'espace clos), de l'atmosphère intérieure (ex. : manque de ventilation naturelle ou mécanique) ou des substances présentes ou introduites à l'intérieur lors des travaux. Le manque de circulation d'air et le caractère confiné de l'espace augmentent le risque d'asphyxie ainsi que le potentiel d'incendie, d'explosion et de coup de chaleur¹⁰. Finalement, le terme « afférent » signifie « qui se rapporte à ». En d'autres termes, ce sont les dangers se rapportant à l'espace clos, à son caractère confiné, qui doivent être pris en compte pour déterminer s'il s'agit ou non d'un espace clos. La configuration des pales peut être considérée comme un danger afférent. En effet, les parois convergentes peuvent provoquer le coincement d'un travailleur si la position de cette dernière n'est pas adéquate. Ce risque sera donc ajouté à ceux susmentionnés.

Il est intéressant de noter que les juridictions qui ont produit des directives pour détailler les critères définissant ou excluant un espace clos insistent sur les risques atmosphériques¹¹. En effet, les risques atmosphériques représentent le principal critère permettant de catégoriser un espace comme clos. C'est le cas par exemple du Ministère du Travail de l'Ontario qui mentionne :

Lorsque la situation n'a rien d'évident et que votre évaluation ne permet pas de voir si l'espace de travail a été ou non conçu pour être occupé de façon continue, cherchez à savoir s'il présente un risque atmosphérique du fait de sa conception, de sa construction, de son emplacement et de la nature des travaux à y effectuer.

Dans la négative, les dispositions concernant les espaces clos ne sauraient en aucun cas s'appliquer, et la question de l'occupation physique ne se pose pas¹².

10 https://www.cchst.ca/oshanswers/hsprograms/confinedspace_intro.html

11 <https://www.worksafebc.com/en/law-policy/occupational-health-safety/searchable-ohs-regulation/ohs-regulation/part-09-confined-spaces>

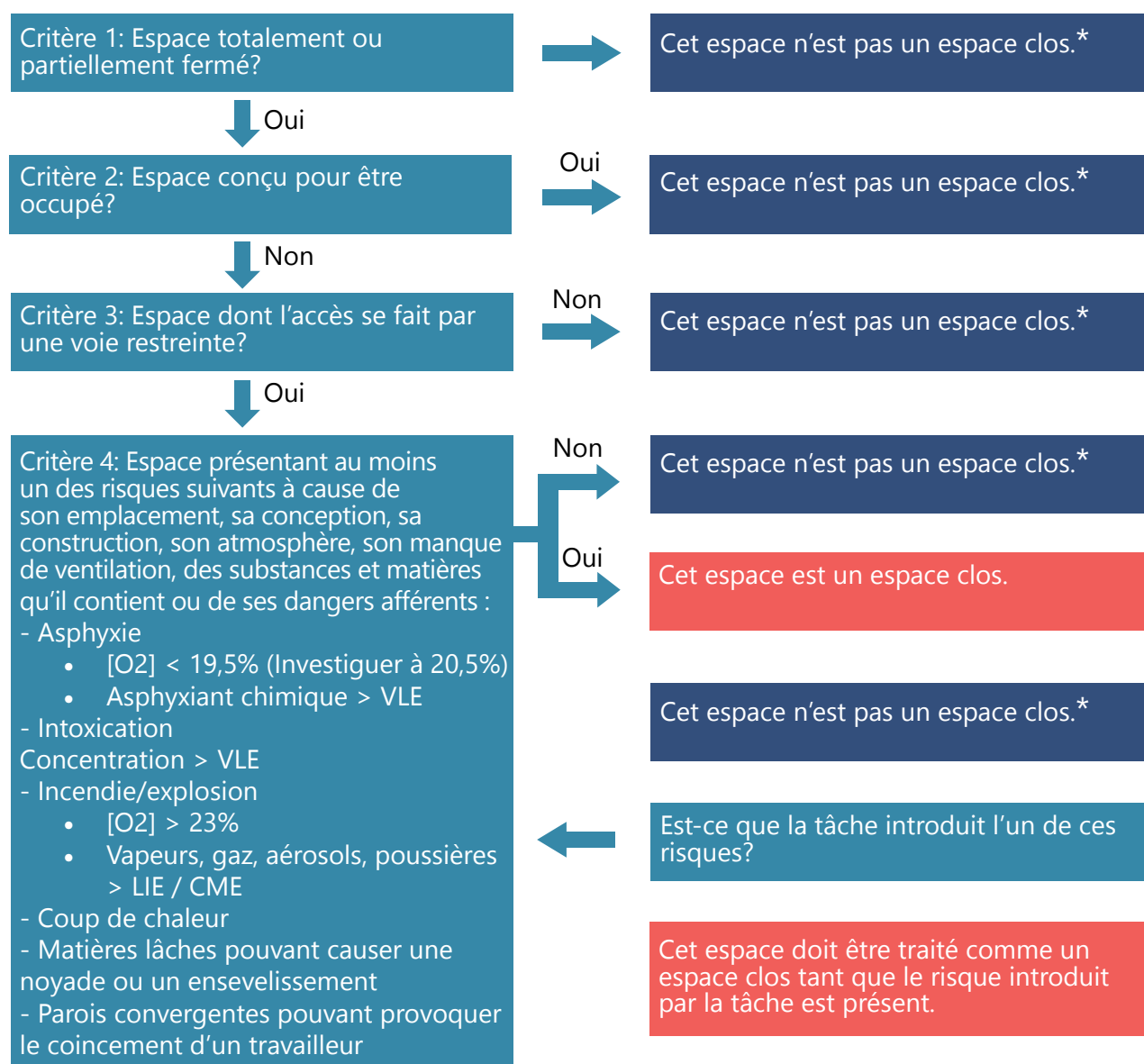
12 Ministère du Travail de l'Ontario. (2011). Directives concernant les espaces clos. Repéré à [<https://www.labour.gov.on.ca/french/hs/pubs/confined/index.php>]

Il ressort de ces définitions et références consultées que les critères essentiels pour classer un espace comme clos incluent :

- Un espace totalement ou partiellement fermé ;
- Une voie d'accès restreinte ;
- Une atmosphère dangereuse pouvant provoquer un incendie, une explosion, une asphyxie ou une intoxication ou des caractéristiques pouvant introduire un risque de coup de chaleur, une noyade ou un ensevelissement.

Les autres risques n'y sont pas inscrits puisqu'ils ne relèvent pas du caractère confiné de l'espace clos, c'est-à-dire qu'ils n'y sont pas afférents. L'arbre décisionnel présenté à la figure 1 utilise donc ces critères pour aider les membres de l'industrie éolienne à classer les différentes parties de l'éolienne comme espaces clos ou non.

Figure 1 : Outil d'aide à la décision pour l'identification d'un espace clos



* Même si l'espace n'est pas clos, une analyse de risques doit précéder les travaux pour assurer la santé et la sécurité des travailleurs et un plan de sauvetage doit être élaboré si nécessaire.

4.3 Classement des composantes en fonction des critères de l'arbre décisionnel

L'arbre décisionnel présenté à la section 4.2 permet d'identifier les espaces clos au niveau de l'éolienne. Certains compartiments le sont par nature, c'est-à-dire que leur construction ou leurs caractéristiques permettent de satisfaire tous les critères. C'est le cas par exemple des pales. Elles sont complètement fermées par des trappes d'accès boulonnées. L'atmosphère est confinée et aucune circulation d'air ne se fait. De plus, il pourrait y avoir présence de fibres de verre ou de composés organiques volatiles qui se dégageraient des parois de l'éolienne.



D'autres espaces ne sont pas clos par nature, mais peuvent en présenter les caractéristiques lorsque certains travaux génèrent un risque atmosphérique. C'est le cas de certains modèles de moyeu. L'espace est partiellement fermé, l'accès est restreint et il ne peut être occupé lorsque l'éolienne fonctionne. Cependant des ouvertures permettent une circulation d'air, ce qui prévient les risques d'asphyxie, d'intoxication, d'explosion/d'incendie. Toutefois, il est possible qu'un des risques susmentionnés soit introduit par la tâche. Dans ce cas, l'espace devrait être traité comme un espace clos pour la durée totale des travaux et les mesures de prévention et de contrôle devraient être appliquées.

Finalement, d'autres espaces ne présentent pas les caractéristiques d'un espace clos même lorsque des travaux réguliers de maintenance y sont effectués. La tour en est un bon exemple. Elle est conçue pour l'occupation humaine puisque des mesures y sont présentes pour assurer un travail prolongé de façon sécuritaire. De plus, l'accès n'y est pas restreint puisqu'une porte pleine grandeur en permet l'accès. L'effet cheminée présent dans la tour assure une circulation d'air constante, ce qui élimine les risques atmosphériques.

Un exemple de bonnes pratiques :

Une analyse de risques devrait toujours précéder le début des travaux dans l'éolienne. En effet même si un espace n'est pas considéré comme clos, il peut représenter une difficulté pour porter secours à un travailleur qui serait blessé. Par exemple, même si le moyeu n'est pas un espace clos, l'accès y est difficile et pourrait rendre ardu l'opération de secours pour récupérer un travailleur blessé.

Tableau 1: Classement des sections en fonction des critères de l'arbre décisionnel

	A			B						A + B
	Critères reliés aux caractéristiques physiques de la section. (Doit rencontrer tous les critères)			Critères reliés aux risques. (Doit présenter au moins un des risques suivants)						Espace clos oui/non
	Totalement / partiellement fermé	Conçu pour occupation	Accès restreint	Asphyxie	Intoxication	Incendie / Explosion	Coup de chaleur	Noyade / Ensevelissement	Coincement	
Fondation*	Oui	Non	Oui	X						Oui
Tour	Oui	Oui	Non							Non
Nacelle	Oui	Oui	Oui							Non
Moyeu	Oui	Oui	Oui							Non
Pale	Oui	Oui	Oui	X	X/ 				X	Oui

X : Peut être présent dû aux caractéristiques de la section

: Peut être introduit par la tâche

* : Section présente sur certains modèles seulement.

Ce tableau, qui se veut général, suggère un classement pour les différentes parties de l'éolienne. Cependant, il existe une multitude de modèles d'éoliennes qui comportent leur propre configuration. Il est possible que leur particularité modifie leur classement. Il est donc important que la définition des espaces soit faite pour le modèle présent sur le parc éolien. De plus, une analyse de risques rigoureuse permettra de bien identifier les tâches ou les conditions environnementales qui pourraient amener un risque qui changerait le statut d'une section en espace clos et déclencherait les procédures requises.

5. Risques et mesures de prévention

Les risques présentés dans les sections suivantes font référence à la matrice consolidée des risques développée par les membres de l'industrie éolienne. Leur identification est le fruit d'un travail commun et fait consensus parmi les membres de l'industrie. Ils peuvent être présents soit à cause des caractéristiques physiques de l'espace ou soit être introduits par le travail. Les sections précédentes ont mis en évidence l'importance des risques atmosphériques, de coups de chaleur et de noyade/ensevelissement dans la définition d'un espace clos. Ils seront donc expliqués en détail dans les prochaines sections. Les autres risques retrouvés dans l'éolienne, mais n'étant pas une conséquence du caractère confiné des espaces clos sont présentés dans un tableau à l'annexe 3.

5.1 Risques atmosphériques

Au Québec, toutes industries confondues, les risques liés à l'atmosphère sont responsables de plus de la moitié des accidents graves et des décès dans les espaces clos¹³. Ils peuvent être causés par une déficience ou un enrichissement en oxygène, une atmosphère inflammable, explosive, toxique, corrosive ou irritante.

5.1.1 Atmosphère déficiente en oxygène

L'article 40 du RSST précise que la concentration en oxygène dans un espace clos doit être maintenue au-dessus de 19,5 % au moyen d'une ventilation naturelle ou mécanique. Une concentration appauvrie en oxygène peut causer entre autres des céphalées, un essoufflement, de la confusion, des vertiges, une perte de conscience et même la mort. Le tableau 2 présente les effets sur la santé selon la concentration en oxygène¹⁴. Dans l'éolienne, une diminution du taux d'oxygène dans l'air peut être causée par sa consommation suite à la respiration, la combustion, l'oxydation (rouille) des matériaux ou par la décomposition de matière organique par des bactéries. L'oxygène peut également être déplacé par d'autres gaz comme l'azote utilisé dans certains systèmes de refroidissement ou le dioxyde de carbone provenant du moteur d'un véhicule stationné à l'extérieur à proximité de l'éolienne. Les moteurs à combustion peuvent aussi produire du monoxyde de carbone qui pourra causer une asphyxie chimique.

Tableau 2 : Effet de la concentration d'oxygène sur la santé et le risque d'inflammabilité

Concentration d'oxygène (%)	Effets sur la santé et le risque d'inflammabilité*
> 23%	Concentration maximale d'entrée en espace clos autorisée par le RSST. Aucun effet sur la santé, mais le risque d'inflammabilité est augmenté.
20.9%	Concentration en oxygène normale dans l'atmosphère. Aucun effet sur la santé.
20.5 - 19.5%	Anomalie du niveau d'oxygène. Investiguer sur les causes. Aucun effet sur la santé
19.5%	Concentration minimale d'entrée en espace clos autorisée par le RSST. Aucun effet.
12-16%	Difficulté respiratoire, trouble émotif, fatigue anormale à l'effort.
10-11%	Augmentation du rythme cardiaque et respiratoire, trouble de coordination, euphorie, mot de tête
6-10%	Nausées et vomissements, incapacité à bouger librement, effondrement avec ou sans perte de conscience
< 6 %	Respiration haletante, arrêt respiratoire, arrêt cardiaque, décès en quelques minutes

* Les effets sur la santé peuvent varier en fonction des individus et de leur état de santé

13 www.asp-construction.org/utilisateur/.../prevenir-aussi/Prevenir_hiver2011-2012.pdf

14 <http://www.inrs.fr/risques/espaces-confines/exposition-risques-effets-sante.html>

Les mesures de prévention à appliquer consistent à utiliser un détecteur de gaz à lecture directe à plusieurs endroits dans l'espace clos avant d'y pénétrer pour déterminer la qualité de l'air. Par la suite, les mesures doivent être prises en continu à l'aide d'un détecteur muni d'une alarme pour la durée complète des travaux. Lorsque tous les travailleurs quittent l'espace clos, de nouvelles mesures doivent être effectuées avant qu'ils puissent y pénétrer à nouveau. Une baisse du niveau d'oxygène sous 20,5 % devrait amener une investigation immédiate. Dans le cas où la concentration d'oxygène est inférieure à 19,5 %, une ventilation mécanique doit être utilisée pour s'assurer de maintenir une concentration d'oxygène entre 19,5 % et 23 %. Dans le cas où il serait impossible de maintenir la concentration en oxygène à ce niveau, un appareil de protection respiratoire conforme à la norme CSA Z94.4-93 doit être fourni au travailleur¹⁵. Le travailleur doit être formé pour l'utiliser correctement et un programme de protection respiratoire doit être en place. En tout temps, lorsque des moteurs pouvant générer du dioxyde de carbone ou du monoxyde de carbone sont utilisés, ils doivent être situés à une distance raisonnable de la porte de l'éolienne et tenir compte de la direction du vent pour éviter qu'il y ait infiltration de gaz.

Un exemple de bonnes pratiques :

Lorsque la concentration en oxygène descend sous la barre des 20,5%, une investigation devrait être amorcée. En effet, cette baisse pourrait indiquer le mauvais fonctionnement du détecteur ou encore la présence d'un nouveau gaz ou d'une vapeur. Par exemple à 20,5% d'O₂, il pourrait y avoir environ 2 % de CO₂ ou 20 000 ppm, ce qui est supérieur à la VLE permise pour 8 heures de travail de 5000 ppm (CNESST, 1997).

5.1.2 Atmosphère enrichie en oxygène

Une atmosphère enrichie en oxygène représente un risque accru d'inflammabilité et d'explosion. Le règlement stipule d'ailleurs que la concentration ne devrait pas dépasser 23 %. Ce risque n'est pas présent de façon naturelle dans l'éolienne. Il pourrait cependant être introduit accidentellement si la ventilation de l'espace est faite à l'aide d'oxygène pur au lieu de l'air (ce qui est interdit par le règlement). Une défaillance lors de travaux de soudure ou d'oxycoupage pourrait également augmenter la concentration d'oxygène. Cependant, ces travaux ne sont pas considérés comme des opérations de maintenance habituelles et ne seront donc pas traités dans ce guide. L'utilisation d'un détecteur mesurant le niveau d'oxygène est le meilleur moyen de s'assurer que le travail s'effectue dans des concentrations sécuritaires en oxygène.

5.1.3 Matières dangereuses, gaz et aérosols

Les opérations courantes de maintenance nécessitent l'utilisation de produits chimiques dont certains peuvent atteindre des concentrations toxiques. Il est important de toujours lire la fiche de données de sécurité pour bien comprendre les risques et les moyens de protection à adopter. Un guide d'utilisation de ces fiches est disponible sur le site de la CNESST (<http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/simdut-2015/guide-utilisation-fiche-donnees-securite/Pages/00-table-matieres.aspx>). On y retrouve également un outil nommé le répertoire toxicologique (<http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>) qui se veut une source d'information pertinente pour les produits chimiques.

¹⁵ Norme CSA Z94.4-93. Choix, entretien et utilisation des respirateurs

De plus, certains travaux particuliers peuvent amener la production ou la présence de gaz ou d'aérosols ayant des effets toxiques. Il est important de caractériser ces émissions pour comprendre le risque qu'elles représentent. Un échantillonnage d'air dans la zone respiratoire du travailleur conforme au Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail est l'un des moyens permettant de caractériser l'exposition¹⁶.

Aérosols: particules solides ou liquides en suspension dans l'air.

Exemples: Poussières de carbone, fumées de métal, brouillard d'huile ou de peinture.

Certaines substances réglementées se retrouvent dans l'annexe 1 du RSST. En tout temps, les concentrations doivent être maintenues sous les valeurs limites d'exposition (VLE), présentées dans l'annexe 1. Une ventilation mécanique ainsi qu'une aspiration à la source s'avèrent des moyens éprouvés et même obligatoires pour maintenir les concentrations sous la VLE. S'il s'avère impossible de maintenir des niveaux de concentrations acceptables, un appareil de protection respiratoire conforme à la norme CSA Z94.4-93 doit être utilisé.

5.1.4 Atmosphère inflammable ou explosive

Les espaces clos peuvent devenir particulièrement dangereux lorsque des matières combustibles, inflammables ou explosives y sont présentes. De plus, l'alimentation électrique et la présence d'électricité statique dans l'éolienne peut agir comme source d'ignition et ainsi augmenter le potentiel d'inflammation ou d'explosion.

Une concentration de vapeurs ou de gaz située entre la limite inférieure d'explosivité (LIE), représentée par l'abréviation « LEL » sur les détecteurs multi-gaz, et la limite supérieure d'explosivité (LSE) représente un risque d'explosion. L'article 302.2 du RSST interdit d'ailleurs de pénétrer dans un espace clos lorsque la concentration de vapeurs inflammables dépasse 10 % de la LIE. De son côté la norme CSA Z-1006 recommande d'abaisser cette limite à 5% en cas de travail à chaud (CSA Group, 2016). Un détecteur à lecture directe doit être utilisé avant de pénétrer dans l'espace clos puis en continu lors des travaux pour s'assurer que cette concentration n'est pas dépassée. Le cas échéant, le surveillant devra ordonner l'évacuation de l'espace clos (voir section 6.3.1.1.B). Cette situation pourrait se présenter dans le cas de l'utilisation de solvants lors des opérations de maintenance (ex. : dégraissage de pièces métalliques). Des produits non inflammables et non toxiques devraient toujours être favorisés. S'il s'avère impossible d'éviter leur utilisation, une aspiration à la source pour capter les vapeurs ou une ventilation mécanique pour diluer les vapeurs devra être utilisée. De plus, une défectuosité des batteries acide-plomb pourrait produire un dégagement d'hydrogène, un gaz pouvant provoquer une explosion. Une inspection régulière des batteries devrait être effectuée en combinaison avec l'utilisation d'un détecteur multi-gaz.

LIE: Plus petite concentration d'un gaz ou de vapeur dans l'air à partir de laquelle une explosion est possible en présence d'une source d'ignition

LSE: Concentration de gaz ou de vapeur à partir de laquelle il n'y a plus assez d'oxygène dans l'air pour provoquer une explosion.

Les travaux émettant des poussières combustibles devront également prévoir une captation à la source pour éviter d'atteindre la concentration minimale d'explosivité (ex. : poussières métalliques ou réparation de pales).

¹⁶ <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/T-06.pdf>

5.1.5 Contraintes thermiques chaudes

La chaleur et l'humidité élevée peuvent amener une augmentation de la température corporelle et causer un coup de chaleur¹⁷. La ventilation naturelle présente dans la majorité des compartiments de l'éolienne permet de dissiper cette chaleur. Cependant, certains endroits comme les pales ou le sous-sol sont moins bien ventilés. La chaleur qui s'y accumule lors des chaudes journées d'été peut devenir dangereuse pour les travailleurs. De plus, certains travaux utilisant des outils ou équipements qui dégagent de la chaleur pourraient élever la température ambiante et mettre à risque de coup de chaleur les travailleurs. Ouvrir les accès et attendre quelques minutes après l'arrêt des machines permet de dissiper la chaleur et suffit habituellement à atteindre des températures sécuritaires. Dans certains cas, il pourrait être nécessaire de prévoir une ventilation additionnelle. Il est également important de tenir compte des efforts déployés pour effectuer les travaux. En effet, l'accès à l'espace clos et les travaux effectués peuvent augmenter la température corporelle des travailleurs et causer un coup de chaleur surtout chez ceux qui sont non acclimatés. Il faut donc tenir compte de la charge de travail et de l'acclimatation des travailleurs dans le plan de travail. En tout temps, il est important de prévoir des réserves d'eau suffisantes pour assurer une bonne hydratation des personnes présentes. Finalement, dans le cas où, les contraintes thermiques seraient trop importantes, un régime d'alternance travail-repos devrait être mis en place.



Un exemple de bonnes pratiques :

Lorsqu'un travailleur retourne au travail à la suite d'une période de vacances, un temps d'acclimatation devrait lui être accordé pour éviter les coups de chaleur

5.1.6 Risque d'ensevelissement ou de noyade

Certaines conformations peuvent être propices à l'accumulation d'eau. Dans ce cas, un système de pompage est utilisé pour assécher le sous-sol avant le début des travaux. Le risque de noyade est cependant très improbable puisque l'accumulation d'eau se fait lentement et seulement en périodes de dégel ou d'inondation du territoire. Quant au risque d'être enseveli par une matière solide, ce dernier n'est tout simplement pas présent lors des opérations courantes de maintenance dans l'éolienne.

¹⁷ http://www.cnesst.gouv.qc.ca/publications/100/Pages/dc_100_1125.aspx?_ga=2.103808128.1212564449.1532378090-1977829459.1526305896



5.2 Autres risques

Les autres risques ne sont pas spécifiques aux espaces clos. Ils peuvent se retrouver dans certaines sections de l'éolienne de façon naturelle ou à cause des travaux effectués. Il apparaît cependant important de les présenter et il est essentiel d'en tenir compte lors de l'analyse de risques précédant l'émission du permis de travail en espace clos et ces derniers devraient être intégrés dans le plan de prévention. Ils sont présentés sous forme de tableau à l'annexe 3.

6. Programme de travail en espaces clos

Le programme de travail en espace clos devrait s'intégrer dans le plan de prévention de l'entreprise. En effet, le processus d'identification des risques, les mesures de prévention et de contrôle, le rôle des intervenants, la formation, le permis d'entrée en espace clos, le processus d'inspection et d'audits ainsi que les mesures d'intervention d'urgence représentent des éléments essentiels du plan de prévention. Les sections suivantes les présenteront brièvement.

6.1- Identification et caractérisation des risques spécifiques à l'espace clos

6.1.1 Processus d'identification

L'alinéa 5 de l'article 51 de la Loi sur la santé et la sécurité au travail (LSST) oblige les employeurs à « utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur ». L'alinéa 5 de l'article 49 quant à lui, oblige également les travailleurs à participer à cette identification et élimination des risques. Pour répondre à cette obligation, une bonne méthode d'identification doit être mise en place par l'entreprise dans le but de répondre aux questions suivantes :

- Quel événement dangereux peut se produire?
- Qui peut y être exposé?
- À quel moment?
- Où?
- De quelle façon?
- Quelles sont les causes?
- Quelles seront les conséquences?

Les moyens utilisés sont variés et peuvent comprendre : un système d'inspection et d'audit, la mise en place d'un registre d'accidents et de quasi-accidents au niveau local et au niveau de l'industrie, un système pour recueillir les commentaires, plaintes et observations des travailleurs ou du comité de santé et sécurité, une analyse des tâches ainsi qu'une analyse de risques.

Peu importe la méthode utilisée, il est important de définir les risques de façon systématique. Au niveau des espaces clos dans le domaine éolien, chaque modèle d'éolienne présente des conformations différentes et par le fait même des risques différents. De plus, comme il a été soulevé précédemment, les tâches effectuées peuvent apporter certains risques supplémentaires qui peuvent changer le statut d'un espace non clos en celui d'un espace clos. L'analyse de risques est donc primordiale afin de s'assurer que la procédure de travail est conforme aux règlements et sécuritaire pour les travailleurs. L'analyse de risques, vu son importance, devrait être effectuée par une personne qualifiée, telle que définie par l'article 287 du RSST.

6.1.2 Appréciation du risque

Après avoir identifié les risques, il est important de l'analyser. Il faut alors se poser au moins deux questions. Quelle est la probabilité que cet événement dangereux se produise? Quelle sera la gravité potentielle des conséquences en cas d'accident? L'analyse de risques doit être propre à chaque espace clos retrouvé dans l'éolienne ainsi qu'à la tâche qui y sera effectuée. Il faut ensuite mettre en perspective les mesures correctives et les moyens de prévention existants pour juger s'ils sont suffisants ou s'ils doivent être améliorés pour assurer la sécurité des travailleurs.

6.2- Plan des mesures correctives et des moyens de prévention

Après avoir procédé à l'analyse de risques, il est important de mettre en place des mesures pour chercher à éliminer ou réduire le risque sous un niveau acceptable. Ces moyens doivent minimalement permettre de respecter la réglementation en vigueur. La LSST privilégie toujours l'élimination à la source puisque c'est la mesure la plus efficace et celle qui perdure le plus longtemps. Lorsque l'élimination n'est pas possible, il faut suivre la hiérarchie des moyens de maîtrise. La figure 2 illustre l'efficacité des mesures en fonction de leur niveau.

LSST, art.2: La présente loi a pour objet l'élimination à la source même des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité des travailleurs

6.2.1 Élimination à la source

L'élimination à la source consiste à retirer le risque du milieu de travail. C'est le moyen le plus efficace et c'est toujours celui qui doit être privilégié. Ainsi toute action qui éliminerait l'espace clos ou éliminerait le besoin d'y pénétrer serait la plus efficace.

6.2.2 Remplacement

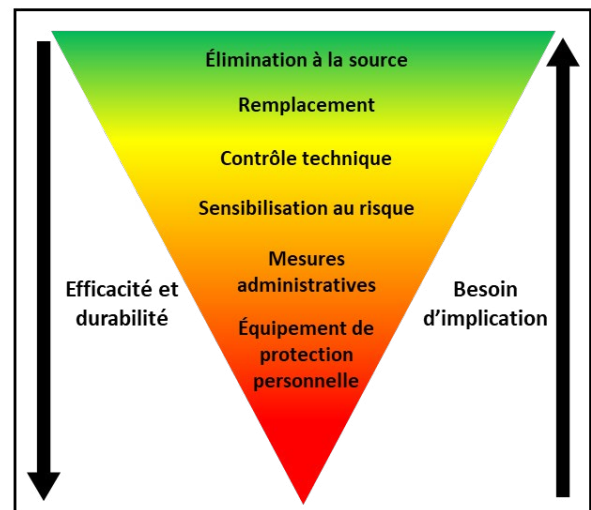
Le remplacement est une méthode qui consiste à remplacer des substances, des matériaux, des équipements ou des procédés par d'autres représentant moins de risque. Il serait possible de réduire le risque en :

- remplaçant un produit dangereux par un qui l'est moins. Il faut s'assurer que le nouveau produit n'apporte pas un nouveau risque (ex. : remplacer un dégraissant très inflammable par un autre non inflammable);
- diminuant la fréquence ou la durée d'entrée dans l'espace clos (ex. : effectuer la réparation d'une pièce défectueuse hors de l'espace clos)

6.2.3 Contrôle technique

Les mesures de contrôle technique sont appliquées pour prévenir un risque déjà existant. Pour être efficaces, ils doivent être utilisés à chaque fois, adéquatement. Le contournement de ces contrôles techniques ne doit pas être possible. Les contrôles techniques peuvent agir en :

Figure 2: Efficacité des moyens de maîtrise du risque



- limitant l'accès au risque (ex. : Garde autour des pièces mobiles, dispositif d'interverrouillage);
- limitant l'exposition au risque (ex. : Aspirer à la source les émissions de poussières, de gaz et d'aérosols).

6.2.4 Sensibilisation à la présence du risque

Certains risques ne pourront pas être éliminés. Il est alors essentiel de mettre en place des mesures pour permettre aux travailleurs de les détecter. Les travailleurs devront également être formés pour reconnaître ces signaux. Parmi ces moyens, on retrouve :

- les alarmes sonores et lumineuses (ex. : alarme sonore sur le détecteur de gaz);
- les panneaux avertisseurs (ex. : affiche identifiant les espaces clos);
- les systèmes d'avertissement (ex. : système de communication ou pour annoncer l'arrivée d'une cellule orageuse);
- des indicateurs (ex. : indicateurs indiquant la vitesse de rotation ou la pression hydraulique sur un système de freinage).



6.2.5 Mesures administratives

Les mesures administratives visent à mettre en place des règlements, des politiques et des pratiques de travail pour aider les travailleurs à travailler de façon sécuritaire. Ces mesures s'assurent entre autres de :

- permettre l'accès aux espaces clos seulement aux techniciens compétents et autorisés à effectuer le travail;
- former et informer les travailleurs sur les risques, les moyens de prévention, les bonnes pratiques de travail et le port adéquat d'équipements de protection individuelle;
- mettre en place des méthodes de travail sécuritaires (cadenassage, etc.);
- instaurer des politiques et procédures pour l'organisation, la santé et la sécurité au travail;
- préparer un plan de mesures d'urgence.

6.2.6 Équipements de protection individuelle (ÉPI)

Dans le cas où le niveau d'exposition demeure supérieur aux normes et règlements, l'employeur doit fournir gratuitement les ÉPI appropriés à ses travailleurs. Ces moyens sont considérés comme les moins efficaces puisqu'ils diminuent les conséquences face à un risque sans le diminuer en lui-même. Un programme de gestion des ÉPI doit être en place pour :

- sélectionner les ÉPI adaptés aux conditions de travail courantes ainsi qu'aux interventions d'urgence;
- mettre en place un programme de formation sur l'utilisation, l'entretien et l'entreposage des ÉPI;
- s'assurer que les travailleurs portent leurs ÉPI en tout temps et correctement.

6.3 Moyen de contrôle

La mise en place de mesures préventives doit ensuite être évaluée pour s'assurer qu'elles sont efficaces, appliquées de façon permanente et qu'elles n'amènent pas de nouveaux risques. Pour se faire, plusieurs moyens de contrôle peuvent être utilisés. Les sections suivantes traiteront de quelques-uns d'entre eux.

6.3.1 Programme d'entrée en espace clos

Lorsqu'il est question d'espaces clos, le principal moyen de contrôle est le programme d'entrée en espace clos. Ce programme devrait couvrir tous les aspects du travail et répondre aux articles 297 à 312 du RSST, c'est-à-dire :

- la définition des rôles de chaque membre de l'équipe d'entrée;
- un programme écrit;
- une évaluation des risques;
- la mise en place de moyen de prévention et de contrôle;
- les procédures d'entrée et de travail sécuritaire;
- un système de permis d'entrée;
- un programme de formation;
- une procédure de sauvetage.

6.3.1.1 Rôle et responsabilités des membres de l'équipe d'entrée

Pour assurer un travail sécuritaire en espace clos, il est important que chaque membre de l'équipe connaisse son rôle et ses responsabilités. La prochaine section propose une répartition des rôles ainsi que les responsabilités de chacun. Dans cette section, une personne qualifiée sera définie conformément à l'article 297 du RSST, comme étant « une personne qui, en raison de ses connaissances, de sa formation ou de son expérience, est en mesure d'identifier, d'évaluer et de contrôler les dangers relatifs à un espace clos ». Un travailleur habilité sera, lui, défini conformément à l'article 298 du RSST comme étant « un travailleur ayant les connaissances, la formation ou l'expérience requise pour effectuer un travail dans un espace clos ». La figure 3 schématise un exemple de position pouvant être occupée par chaque membre de l'équipe d'entrée.

A) Superviseur d'entrée

- Est une personne qualifiée conformément à l'article 297 du RSST;
- Détermine s'il s'agit d'un espace clos et prépare le permis d'entrée;
- Connait les risques présents, les mesures de prévention nécessaires et les manifestations de l'exposition aux risques;
- S'assure que les mesures préalables à l'entrée des travailleurs, prévues à l'article 300 du RSST, sont effectuées et conformes.
- Coordonne les travaux à effectuer ainsi que les équipes de travail;
- Vérifie que les entrants sont tous des travailleurs habilités ayant la formation nécessaire;
- Vérifie que les procédures de sauvetage sont en place et en assure la coordination;
- Ferme le permis d'entrée.

Le rôle et les responsabilités du superviseur d'entrée peuvent être assurés par une ou plusieurs personnes qualifiées basées au centre opérationnel. Sa présence peut être virtuelle, mais cette personne doit pouvoir demeurer en contact permanent avec les techniciens. Elle doit aussi être en mesure de coordonner les procédures d'urgence.

B) Surveillant

Le surveillant doit assurer les rôles prévus à l'article 308 du RSST.

- Possède les habiletés et les connaissances nécessaires à son rôle de surveillant;
- Demeure en tout temps à l'extérieur de l'entrée de l'espace clos sans y entrer;
- Garde un contact visuel, auditif ou par un autre moyen avec les entrants;
- Connait les conditions déclenchant un sauvetage;
- Déclenche l'alerte en cas de besoin;
- Effectue les sauvetages sans entrée ou déclenche les procédures de sauvetage avec entrée si nécessaire.
- Ordonne l'évacuation de l'espace clos si les conditions prévues à l'article 300 ne sont plus respectées ou si un travailleur non habilité pénètre dans l'espace clos.

Ce rôle peut être assumé par un des techniciens effectuant un travail dans l'éolienne. Il doit être positionné à l'extérieur de l'espace clos sans y pénétrer et garder un contact avec le ou les techniciens présents dans l'espace clos. Il doit aussi pouvoir garder un contact avec le superviseur d'entrée pour déclencher l'alerte si nécessaire. Si un sauvetage avec entrée est nécessaire, un nouveau surveillant doit prendre sa relève avant qu'il ne pénètre dans l'espace clos.

C) Entrant

- Doit être un travailleur habilité tel que défini par l'article 298 du RSST;
- Porte les ÉPI nécessaires correctement en tout temps;
- Garde le contact en tout temps avec le surveillant;
- Signale l'apparition de conditions dangereuses dans l'espace clos au surveillant;
- Évacue immédiatement l'espace clos si les conditions deviennent dangereuses ou si le surveillant l'exige.

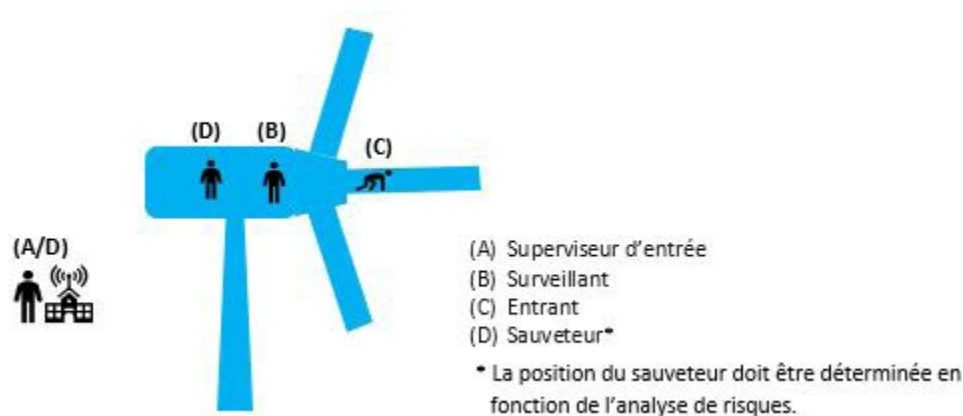
Les entrants correspondent à tous les techniciens présents à l'intérieur d'un espace clos. Dans le cas d'un sauvetage avec entrée, le sauveteur qui pénètre dans l'espace clos doit être considéré comme un entrant.

D) Sauveteurs

- Se tient prêt à répondre à un appel d'urgence pour participer à un sauvetage;
- S'assure que les mesures préalables au sauvetage sont effectuées et que les énergies sont contrôlées;
- S'assure d'avoir l'équipement et les connaissances nécessaires pour effectuer un sauvetage sécuritaire;
- Effectue les sauvetages avec entrée;
- Procure les premiers soins et stabilise le blessé;
- Assure le transport du blessé jusqu'au point de rencontre avec les services d'urgence.

Tous les intervenants en éolien (techniciens, opérateurs de parc) sont formés en sauvetage en espace clos et en sauvetage en hauteur. Les superviseurs d'entrée et les surveillants sont tous habilités à participer aux opérations de sauvetage. En cas de besoin, le surveillant alertera le superviseur d'entrée et pourra si possible débiter une procédure de sauvetage sans entrée. Les autres travailleurs-sauveteurs présents sur le site porteront assistance à la procédure de sauvetage. Les différentes étapes du sauvetage peuvent être effectuées par différentes personnes. L'analyse de risques détermine à quel endroit doit être positionné le sauveteur. Plus le temps d'intervention doit être court, plus le sauveteur doit être situé à proximité de l'espace clos.

Figure 3: Schéma proposant les positions des membres de l'équipe d'entrée lors d'un travail à haut risque dans la pale



Un exemple de bonnes pratiques :

Dans le cas où l'analyse de risques démontre un risque pour la vie en quelques minutes et qu'un sauvetage avec entrée peut être nécessaire, le sauveteur doit se trouver tout juste à côté de l'espace clos prêt à intervenir.

6.3.1.2 Permis d'entrée en espace clos

Lorsque l'analyse de risques démontre qu'un permis d'entrée en espace clos est obligatoire, ce dernier doit être préparé par le superviseur d'entrée. Il demeure valide pour la durée d'un quart de travail. Un exemple de permis d'entrée est disponible à l'annexe 4. Ce dernier doit tout au moins contenir les informations prévues aux alinéas 1 et 2 de l'article 300 du RSST.

6.3.1.3 Programme de formation pour le travail en espaces clos

La formation est un élément essentiel pour assurer que le travail en espaces clos soit effectué de façon sécuritaire. Le programme de formation doit permettre de développer les connaissances, compétences et habiletés nécessaires pour effectuer toutes les étapes du travail en assurant la santé et la sécurité des travailleurs. Il devra être développé en fonction des besoins de l'entreprise et du travail à effectuer. La formation devrait être donnée lors de l'embauche des nouveaux employés ainsi que si des modifications sont apportées aux procédures ou si un manque de compréhension est constaté. Une évaluation périodique devrait permettre de s'assurer que les compétences sont maintenues dans le temps. Des instructions spécifiques aux travaux à effectuer devraient toujours précéder l'entrée des travailleurs dans un espace clos tel que l'exige l'article 301 du RSST.



7. Plan d'intervention d'urgence

Malgré le meilleur système de gestion et la participation active de tous les membres de l'équipe, un accident demeure toujours possible. Les particularités des espaces clos ajoutent une contrainte supplémentaire au sauvetage de personnes de par leur difficulté d'accès. Il est dès lors important d'avoir un plan d'intervention d'urgence prêt à être déployé rapidement si une situation le requiert. L'article 309 du RSST oblige d'ailleurs l'employeur à élaborer et à éprouver une procédure de sauvetage. Des méthodes reconnues à travers l'industrie de la production d'énergie éolienne devraient être utilisées.

7.1 Formation

Les parcs éoliens sont vastes et certaines conditions météorologiques peuvent en compliquer l'accès. Dans une situation où chaque minute compte, il est important que tous les travailleurs effectuant un travail en espaces clos puissent intervenir. C'est pourquoi leur formation doit inclure des exercices de sauvetage ainsi que l'administration des premiers soins et de la réanimation cardiovasculaire.

Les exercices de sauvetage et d'évacuation devraient s'effectuer régulièrement d'une part pour s'assurer que les connaissances des travailleurs sont à jour et d'autre part pour développer chez eux un réflexe préconditionné. Comme le stipule le RSST, la procédure de sauvetage doit être «éprouvée». Ces simulations peuvent prendre différentes formes allant d'un simulateur, à un centre d'entraînement intérieur en hauteur et parfois dans un environnement réel. Comme certains espaces clos se retrouvent en haut de l'éolienne et qu'une évacuation ou un sauvetage complet peuvent également inclure un sauvetage en hauteur, il est important que cet aspect fasse partie de la formation (le travail en hauteur ne faisant pas l'objet du présent guide, cet aspect n'y sera pas développé). Dans tous les cas, la formation devrait permettre aux travailleurs d'acquérir les connaissances, les compétences et l'entraînement nécessaires à l'exécution d'un sauvetage ou d'une évacuation rapide et sécuritaire. Elle pourrait donc inclure l'apprentissage des procédures d'urgence, l'utilisation du matériel de sauvetage et de communication, l'utilisation des ÉPI et les techniques de premiers soins pour venir en aide aux travailleurs en difficulté.

7.2 Équipement

L'entreprise doit fournir et maintenir en bon état tout l'équipement nécessaire aux procédures d'urgence. Elle doit également former les travailleurs à l'entretien de celui-ci. Pour qu'il soit adapté à toutes les situations qui pourraient se présenter, il est important de bien connaître les dimensions, les caractéristiques ainsi que les risques présents dans les espaces clos. Une analyse de risques rigoureuse est une fois de plus essentielle pour s'assurer d'avoir l'équipement approprié. L'article 309 du RSST dresse une liste des équipements qui pourraient être utilisés lors d'une procédure de sauvetage en espace clos. Voici des exemples d'équipements proposés :

- des appareils d'alarme et de communication pour maintenir un contact permanent avec le centre opérationnel;
- des équipements de protection individuels;
- des harnais de sécurité;
- des cordes d'assurance;
- une trousse et des appareils de premiers secours;
- des équipements de récupération.

7.3 Communication avec les services d'urgence

Pour assurer qu'un blessé soit pris en charge rapidement par les services d'intervention d'urgence (ambulancier, pompier), il est important qu'un protocole soit établi avec ces derniers. Aussitôt que le bureau des opérations est averti d'une situation nécessitant l'intervention des services d'urgence, une communication rapide avec ces derniers devrait être établie. Comme il n'est pas toujours possible pour les services ambulanciers de se rendre jusqu'à l'éolienne, un point de rencontre doit être déterminé. Les opérateurs de parc doivent être autonomes pour assurer l'évacuation du blessé jusqu'au point de rencontre.

7.4 Procédure de sauvetage

La procédure de sauvetage doit prévoir tous types d'intervention qui pourraient être nécessaires. Elle doit faire suite à une analyse de risques rigoureuse faisant état de toutes les situations pouvant mener à des accidents. Par la suite, les rôles, les équipements, les moyens de communication et les protocoles normalisés doivent être élaborés avant l'entrée des entrants dans l'espace, car ils peuvent être requis à tout moment. La majorité des villes et villages ne sont pas en mesure d'assurer un sauvetage en espaces clos ou un sauvetage en hauteur. Il est donc important que l'équipe de techniciens soit capable de communiquer avec le bureau des opérations pour les informer qu'une opération de sauvetage est en cours, de procéder à un auto-sauvetage, d'assurer les premiers soins et elle doit être en mesure de transporter le blessé jusqu'au point de rencontre avec les services d'urgence. Une procédure de sauvetage devrait être conçue pour chaque situation et devrait comprendre :

- des méthodes de communication infaillibles;
- les raisons déclenchant une opération d'urgence;
- les blessures possibles;
- les moyens permettant d'apporter le matériel de sauvetage ou les membres de l'équipe d'urgence sur les lieux;
- les tâches et rôles de chacun des intervenants;
- les caractéristiques de l'entrée et de l'espace clos pour choisir le bon équipement de sauvetage (ex. : dimension, emplacement);
- une description détaillée des opérations de sauvetage;
- le matériel de sauvetage et de premiers soins requis pour les interventions.

Conclusion

En somme, ce guide met en lumière les éléments essentiels pour assurer un travail sécuritaire dans les espaces clos des éoliennes en opération normale au Québec. Il démontre la volonté et la proactivité de l'industrie pour protéger la santé et la sécurité de leurs employés.

Le document soulève l'importance de bien caractériser les espaces et d'effectuer une analyse de risques rigoureuse pour permettre la mise en place des moyens de prévention et des procédures de sauvetage appropriées. Il explique les principaux risques retrouvés dans les espaces clos des éoliennes en insistant sur les risques atmosphériques. Les points principaux devant se retrouver dans le programme d'espace clos ainsi que dans la procédure de sauvetage y sont également présentés.

Finalement, chacun a un rôle à jouer dans la réalisation d'un travail sécuritaire en espaces clos. C'est pourquoi toutes les sphères d'une organisation doivent être impliquées. En donnant des directives claires, ce guide permettra d'uniformiser les pratiques de l'industrie éolienne et assurera de conserver un excellent bilan pour le travail en espace clos.



Bibliographie

APSAM. (2004). Les espaces clos: pour en sortir sain et sauf. Guide de prévention, 2e ed. Montréal, Québec, Canada: Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur affaires municipales.

ASP Construction. (Hiver 2011-2012). Travail en espace clos: La prudence est de mise. Prévenir aussi, 26 (4), pp. 2-5.

Burlet-Vienney, D., Chinniah, Y., Bahloul, A., & Roberge, B. (2015). Occupational safety during interventions in confined spaces. *Safety Science*, 79, pp. 19-28.

CANWEA. (2018). L'éolien-Une solution viable. Récupéré sur <https://canwea.ca/fr/leolien-les-faits/leolien-une-solution-viable/>

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (Octobre 2017). Fiches d'information Réponses SST: Espaces clos. Récupéré sur https://www.cchst.ca/oshanswers/hsprograms/confinedspace_intro.html

Chaumel, J.-L., Giraud, L., & Ilinca, A. (2014). Secteur éolien: Risques en santé et en sécurité au travail et stratégies de prévention (Rapport R-820). Montréal, Québec: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.

CNESST. (s.d.). Récupéré sur <https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>

CNESST. (1997). Dioxyde de carbone. Récupéré sur Répertoire toxicologique: http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/fiche-complete.aspx?no_produit=315&no_seq=3

CNESST. (2016). Outil d'identification des risques: Prise en charge de la santé et de la sécurité au travail. Montréal: Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail. Récupéré sur <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/publications/200/documents/dc200-418web.pdf>

CNESST. (2018). Travailler à la chaleur...Attention!, 3è ed. Récupéré sur <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/Publications/100/Documents/DC100-1125web.pdf>

CNESST. (mars 2018). Guide d'utilisation d'une fiche de données de sécurité. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité.

CSA Group. (2016). Gestion du travail dans les espaces clos (Norme CSA Z1006-F-16). Toronto, Canada.

Éditeur officiel du Québec. (1er avril 2018). Chapitre S-2.1, r. 13: Règlement sur la santé et la sécurité du travail. Récupéré sur <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/S-2.1,%20r.%2013>

Éditeur officiel du Québec. (1er juin 2018). Chapitre S-2.1: Loi sur la santé et la sécurité du travail. Récupéré sur <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/S-2.1>

INRS. (2015). Espaces confinés: Exposition aux risques et effets sur la santé. Récupéré sur <http://www.inrs.fr/risques/espaces-confinés/exposition-risques-effets-sante.html>

INRS. (2015). Espaces confinés: Guide pratique de ventilation (ED 703). Récupéré sur www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-703/ed703.pdf

IRENA. (2018). Wind Energy. Récupéré sur <https://www.irena.org/en/wind>

IRSST. (2012). Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail, 8è ed (Guide technique T-06). Montréal: Institut de recherche Robert-Sauvé.

Ministère du travail de l'Ontario. (2011). Directives concernant les espaces clos. Récupéré sur <https://www.labour.gov.on.ca/french/hs/pubs/confined/index.php>

Pettit, T., & Linn, H. (Juillet, 1987). A Guide to safety in Confined Space. Washington, EU: National Institute for Occupational Safety and Health.

Work Safe BC. (2016). Guidelines - Part 09 - Confined Spaces. Récupéré sur <https://www.worksafebc.com/en/law-policy/occupational-health-safety/searchable-ohs-regulation/ohs-guidelines/guidelines-part-09#0B4220A85FD14B1E91DCA62CA27666FE>

Annexe 1: Sources d'information et outils utiles pour la gestion des espaces clos dans les éoliennes

Lois et règlements :

Loi sur la santé et la sécurité au travail (LSST)

Règlement sur la santé et la sécurité au travail (RSST)

Normes et guides :

Norme CSA Z1006-16: Gestion du travail en espaces clos

Guide CSA visant les codes et les normes sur les éoliennes

Norme NF EN 50308: Aérogénérateurs; Mesure de protection: exigences pour la conception, le fonctionnement et la maintenance.

Renewable UK. (2015). Onshore Wind Health and Safety Guidelines (1re éd.)

Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité au travail. (CNESST). Outil d'identification des risques.

Outils en ligne :

E.Clos : Gestion des risques en espace clos : [<http://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/outil/i/100070/n/e-clos>]

Répertoire toxicologique – CNESST : [<http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>]

IHmod : Logiciel de caractérisation du risque chimique- INRS : [<http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil27>]

Annexe 2: Articles du RSST traitant des espaces clos

297. Définitions: Dans la présente section, on entend par:

«personne qualifiée»: une personne qui, en raison de ses connaissances, de sa formation ou de son expérience, est en mesure d'identifier, d'évaluer et de contrôler les dangers relatifs à un espace clos;

«travail à chaud»: tout travail qui exige l'emploi d'une flamme ou qui peut produire une source d'inflammation.

298. Travailleurs habilités: Seuls les travailleurs ayant les connaissances, la formation ou l'expérience requise pour effectuer un travail dans un espace clos sont habilités à y effectuer un travail.

299. Interdiction d'entrer: Il est interdit à toute personne qui n'est pas affectée à effectuer un travail ou un sauvetage dans un espace clos, d'y entrer.

300. Cueillette de renseignements préalable à l'exécution d'un travail: Avant que ne soit entrepris un travail dans un espace clos, les renseignements suivants doivent être disponibles, par écrit, sur les lieux mêmes du travail:

1° ceux concernant les dangers spécifiques à l'espace clos et qui sont relatifs:

a) à l'atmosphère interne y prévalant, soit la concentration de l'oxygène, des gaz et des vapeurs inflammables, des poussières combustibles présentant un danger de feu ou d'explosion, ainsi que des catégories de contaminants généralement susceptibles d'être présents dans cet espace clos ou aux environs de celui-ci;

b) à l'insuffisance de ventilation naturelle ou mécanique;

c) aux matériaux qui y sont présents et qui peuvent causer l'enlèvement, l'ensevelissement ou la noyade du travailleur, comme du sable, du grain ou un liquide;

d) à sa configuration intérieure;

e) aux énergies, comme l'électricité, les pièces mécaniques en mouvement, les contraintes thermiques, le bruit et l'énergie hydraulique;

f) aux sources d'inflammation telles que les flammes nues, l'éclairage, le soudage et le coupage, l'électricité statique ou les étincelles;

g) à toute autre circonstance particulière, telle la présence de vermine, de rongeurs ou d'insectes;

2° les mesures de prévention à prendre pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs, et plus particulièrement celles concernant:

- a) les méthodes et les techniques sécuritaires pour accomplir le travail;
- b) l'équipement de travail approprié et nécessaire pour accomplir le travail;
- c) les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs que doivent utiliser le travailleur à

1° celles prévues aux articles 302 et 303;

2° un relevé continu de la concentration des gaz et des vapeurs inflammables s'y trouvant y est effectué au moyen d'un instrument à lecture directe et muni d'une alarme.

305. Mesures particulières: À moins que des mesures particulières de sécurité ne soient prises par l'employeur, aucun travailleur ne peut pénétrer ou être présent dans un espace clos lorsqu'une personne qualifiée y détecte la présence d'un contaminant, autre que ceux identifiés conformément à l'article 300, dans une concentration ou en intensité telles qu'il est nécessaire que de telles mesures soient prises. Ces mesures comprennent une formation élaborée par une personne qualifiée et ayant pour objet les méthodes et les techniques qui doivent être utilisées par le travailleur pour accomplir son travail de façon sécuritaire dans cet espace clos. Elles peuvent également prévoir, le cas échéant, l'utilisation d'équipements appropriés à ce type de travail de même que les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs que doit utiliser le travailleur.

306. Méthode et fréquence des relevés: Des relevés de la concentration de l'oxygène dans l'espace clos ainsi que des gaz et des vapeurs inflammables et des contaminants mesurables par lecture directe et susceptible d'être présents dans l'espace clos ou aux environs de celui-ci doivent être effectués:

1° avant que les travailleurs ne pénètrent dans l'espace clos et, par la suite, de façon continue ou périodique suivant l'évaluation du danger faite par une personne qualifiée;

2° si des circonstances viennent modifier l'atmosphère interne de l'espace clos et entraînent une évacuation des travailleurs en raison du fait que la qualité de l'air n'est plus conforme aux normes prévues aux paragraphes 1 à 3 du premier alinéa de l'article 302;

3° si les travailleurs quittent l'espace clos et le lieu de travail, même momentanément, à moins que ces relevés ne soient effectués de façon continue. Les relevés doivent être effectués de manière à obtenir une précision équivalente à celle obtenue en suivant les méthodes décrites à l'article 44 ou, lorsque ces méthodes ne peuvent être appliquées, en suivant une autre méthode reconnue.

307. Registre des relevés: Les résultats des relevés effectués en vertu de l'article 306 doivent être inscrits par l'employeur dans un registre, sur les lieux mêmes du travail, en y identifiant l'espace clos

visé. Toutefois, dans le cas où les relevés sont effectués au moyen d'instruments à lecture continue et dotés d'alarmes se déclenchant lorsque la qualité de l'air n'est pas conforme aux normes prévues aux paragraphes 1 à 3 du premier alinéa de l'article 302, les relevés ne doivent être inscrits au registre que si l'alarme est déclenchée. Seules les inscriptions apparaissant au registre qui ne sont pas conformes aux normes prévues aux paragraphes 1 à 3 du premier alinéa de l'article 302 doivent être conservées pendant une période d'au moins 5 ans.

308. Surveillance: Lorsqu'un travailleur est présent dans un espace clos, une autre personne ayant pour fonction d'assurer la surveillance du travailleur et ayant les habiletés et les connaissances pour ce faire doit demeurer en contact visuel, auditif ou par tout autre moyen avec le travailleur, afin de déclencher, si nécessaire, les procédures de sauvetage rapidement. La personne assurant la surveillance du travailleur doit être à l'extérieur de l'espace clos.

309. Procédure de sauvetage: Une procédure de sauvetage qui permet de porter secours rapidement à tout travailleur effectuant un travail dans un espace clos doit être élaborée et éprouvée. Une telle procédure doit être appliquée dès que la situation le requiert. Cette procédure doit prévoir les équipements de sauvetage nécessaires. Elle peut aussi notamment prévoir une équipe de sauveteurs, un plan d'évacuation, des appareils d'alarme et de communications, des équipements de protection individuels, des harnais de sécurité et des cordes d'assurance, une trousse et des appareils de premiers secours ainsi que des équipements de récupération.

310. Accès sans obstruction: Les moyens ou les équipements de protection individuels ou collectifs utilisés par les travailleurs ne doivent pas nuire à ceux-ci lors de leur entrée dans l'espace clos ou de leur sortie.

311. Précautions relatives aux matières à écoulement libre: Il est interdit de pénétrer dans un espace clos servant à emmagasiner des matières à écoulement libre, tant que le remplissage ou la vidange se poursuit et que des précautions n'ont pas été prises pour prévenir une reprise accidentelle de ces opérations.

312. Harnais de sécurité: Lorsqu'il est indispensable que des travailleurs pénètrent dans un espace clos où sont emmagasinées des matières à écoulement libre, le port d'un harnais de sécurité est obligatoire pour chaque travailleur qui y pénètre. Le harnais de sécurité doit être attaché à une corde d'assurance, aussi courte que possible, solidement fixée à l'extérieur de l'espace clos¹⁸.

18 <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/S-2.1,%20r.%2013>

Annexe 3: Présentation des risques non afférents, phénomènes dangereux et moyens de contrôle

NATURE DU RISQUE	PHÉNOMÈNES DANGEREUX	MOYENS DE PRÉVENTION
RISQUES PHYSIQUES		
Risques électriques <ul style="list-style-type: none"> Éclair d'arc Électrisation Électrocution 	<ul style="list-style-type: none"> Câbles électriques sous-tension Cabinet électrique ouvert 	<ul style="list-style-type: none"> Inspection des équipements électriques; Cadenassage; Aucun travail sous-tension sauf pour dépannage; Étude d'éclair d'arc pour toutes les composantes de l'éolienne; ÉPI conformément aux études d'éclair d'arc; Formation des travailleurs aux procédures de cadenassage et travaux électriques.
Vibrations	<ul style="list-style-type: none"> Outils manuels 	<ul style="list-style-type: none"> Préconiser l'achat d'outils à faibles vibrations
Bruits	<ul style="list-style-type: none"> Pièces mécaniques en fonction Outils émettant un niveau sonore élevé 	<ul style="list-style-type: none"> Arrêter les équipements mécaniques; Port d'une protection auditive lors de travaux bruyants; Privilégier l'achat d'équipement à faible niveau sonore.
Contraintes thermiques	<ul style="list-style-type: none"> Contraintes thermiques froides en hiver 	<ul style="list-style-type: none"> Vêtements hivernaux avec isolation appropriée Unité de chauffage portative
	<ul style="list-style-type: none"> Contraintes thermiques chaudes en été ou lors de travaux émetteurs de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> Voir section 5.1.5
Objets ou matériaux à températures extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> Surfaces ou machines très chaudes en été ou peu après l'arrêt d'une machine 	<ul style="list-style-type: none"> ÉPI
	<ul style="list-style-type: none"> Surfaces et outils très froids en hiver 	<ul style="list-style-type: none"> ÉPI
Rayons non ionisants	<ul style="list-style-type: none"> Laser pour alignement 	<ul style="list-style-type: none"> Système « safe eyes » Lunettes de protection

NATURE DU RISQUE	PHÉNOMÈNES DANGEREUX	MOYENS DE PRÉVENTION
RISQUES CHIMIQUES		
Produits corrosifs	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de produits contenant des bases ou des acides Batteries 	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de mitigation en fonction de la fiche de données de sécurité
Produits oxydants	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de produits contenant des oxydants pour certains travaux 	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de mitigation en fonction de la fiche de données de sécurité
Matières toxiques	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de produits contenant des matières toxiques pour certains travaux Fibres de verre et composés organiques volatiles dans la pale. 	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de mitigation en fonction de la fiche de données de sécurité; Utilisation d'un masque à cartouches COV et P100.
RISQUES BIOLOGIQUES		
Rongeurs	<ul style="list-style-type: none"> Présence de rongeurs dans le sous-sol 	<ul style="list-style-type: none"> Blocage des ouvertures; Extermination des rongeurs; Nettoyage et désinfection des surfaces; Port des ÉPI (Protection respiratoire, gants, masque, survêtement, etc.).
Bactéries, moisissures	<ul style="list-style-type: none"> Infiltration d'eau au sous-sol Condensation importante 	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture hermétique des ouvertures au sous-sol; Inspection visuelle; Nettoyage et désinfection des surfaces; Échantillonnage d'air.
Insectes (Guêpes)	<ul style="list-style-type: none"> Formation de nids 	<ul style="list-style-type: none"> Auto-injecteur d'adrénaline pour les employés allergiques; Extermination des nids.

NATURE DU RISQUE	PHÉNOMÈNES DANGEREUX	MOYENS DE PRÉVENTION
RISQUES LIÉS À LA SÉCURITÉ		
Risques mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> • Équipement à ressort • Ventilation mécanique • Équipement mobile • Angle entrant 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de garde autour des pièces tournantes; • Activation des freins et blocage mécanique des rotors et moteurs; • Cadenassage des sources d'énergie.
Risques hydrauliques	<ul style="list-style-type: none"> • Accumulateur de frein • Système de refroidissement du convertisseur 	<ul style="list-style-type: none"> • Cadenassage des sources d'énergie; • Port des ÉPI (Lunette, gants, vêtements de travail, etc.).
Chutes de hauteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Échelle • Trappes ouvertes 	<ul style="list-style-type: none"> • Fermeture des trappes sous-jacentes; • Port du harnais et présence de point d'ancrage; • Longe et coulisseau pour l'ascension; • Présence de garde-corps autour des ouvertures.
Chutes de même niveau	<ul style="list-style-type: none"> • Sols inégaux • Surfaces glissantes • Encombrement 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de surfaces antidérapantes; • Maintenir les passages dégagés; • Dégivrer les surfaces au sol avant d'Amorcer le travail; • Nettoyer la graisse sur le sol; • Positionnement du rotor et des pales en fonction du travail à effectuer.
Chutes d'objets	<ul style="list-style-type: none"> • Chute d'outils ou de pièces d'équipement 	<ul style="list-style-type: none"> • Fermeture des trappes; • Utilisation d'ÉPI appropriés (Casque, longues pour outils et accessoires, etc.); • Éviter le travail superposé.
Heurter un objet ou être frappé par un objet	<ul style="list-style-type: none"> • Longues traverses; • Plafond bas; • Espaces étroits; • Surfaces en pentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • ÉPI (casques, lunettes, gants, protecteurs pour genoux, etc.).
Coincement	<ul style="list-style-type: none"> • Parois convergentes (pales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Positionner la pale pour éviter que le travailleur glisse vers son extrémité; • Blocage mécanique et cadénassage de l'engrenage.
Risques incendie	<ul style="list-style-type: none"> • Surchauffe des machines 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien réguliers; • Extincteur.

NATURE DU RISQUE	PHÉNOMÈNES DANGEREUX	MOYENS DE PRÉVENTION
RISQUES ERGONOMIQUES		
Éclairage insuffisant	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière naturelle et artificielle 	<ul style="list-style-type: none"> • Lampes frontales; • Lampes d'appoint.
Postures contraignantes	<ul style="list-style-type: none"> • Espaces restreints; • Zones difficilement accessibles; • Mouvements répétitifs; • Travail statique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotation des tâches
Efforts excessifs	<ul style="list-style-type: none"> • Accès par une montée difficile 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'un système d'assistance à la montée ou d'un monte-charge de personnel certifié; • Évaluation de la condition physique.
RISQUES LIÉS AU FACTEUR HUMAIN		
Personnels	<ul style="list-style-type: none"> • Claustrophobie; • Vertige; • Travail exigeant. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sélection d'employés ne souffrant pas de claustrophobie ni de vertige; • Tests médicaux pré embauche (condition physique et cardiaque, vue, ouïe, drogue, etc.).
Organisationnels	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de formation; • Supervision indirecte; • Travail en solitaire. 	<p>Les points suivants représentent les exigences minimales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réunion journalière avec analyse des tâches; • Formation théorique et pratique de sauvetage; • Formation secouriste pour l'ensemble des travailleurs; • Extincteur, trousse de premiers soins et trousse de sauvetage avec chaque équipe de travail; • Équipe de 2 travailleurs minimum dans l'éolienne. • Communication possible en tout temps avec le technicien à proximité ou avec la base O&M ou centre de contrôle 24/7.

NATURE DU RISQUE	PHÉNOMÈNES DANGEREUX	MOYENS DE PRÉVENTION
RISQUES MÉTÉOROLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX		
Météorologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Vents forts; • Éclairs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des conditions météorologiques en continu; • Système d'alerte avec les équipes sur le terrain; • Évacuation de l'éolienne lorsque les vents dépassent les limites spécifiées par le fabricant; • Évacuation de l'éolienne lorsque des cellules orageuses sont à proximité du site.
Environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> • Feux de forêt; • Épandage de pesticides ou de fumier autour de l'éolienne. 	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer de la qualité de l'air avant que les travailleurs pénètrent dans l'éolienne • Doivent être pris en compte dans le plan d'urgence de l'entreprise.

Annexe 4: Exemple de permis d'entrée

ATTENTION

SEULES LES PERSONNES HABILITÉES AYANT REÇU UNE FORMATION SONT AUTORISÉES À EFFECTUER DES TRAVAUX DANS UN ESPACE CLOS

PERMIS D'ENTRÉE EN ESPACE CLOS	
Date de début des travaux	
Date de fin des travaux	
Heure	
Identification de l'éolienne	
Identification de l'espace clos	
Nombre d'entrants	
Description des travaux:	

RISQUES PRÉSENTS DANS L'ESPACE CLOS (COCHER SI LE RISQUE EST PRÉSENT)		
<input type="checkbox"/> Électrique <input type="checkbox"/> Énergie statique <input type="checkbox"/> Incendie / explosion <input type="checkbox"/> Hydraulique <input type="checkbox"/> Contrainte thermique froide <input type="checkbox"/> Contrainte thermique chaude <input type="checkbox"/> Vibration <input type="checkbox"/> Bruit	<input type="checkbox"/> Rayon ionisant <input type="checkbox"/> Entraînement <input type="checkbox"/> Écrasement / Coincement <input type="checkbox"/> Être frappé par un objet <input type="checkbox"/> Chutes de hauteur <input type="checkbox"/> Chutes de même niveau <input type="checkbox"/> Chutes d'objets <input type="checkbox"/> Moisissures, bactéries <input type="checkbox"/> Rongeurs <input type="checkbox"/> Insectes	Autres, précisez : <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

QUALITÉ DE L'AIR				
Identification du détecteur				
Modèle	Numéro de série		Date de calibration	
Paramètres	Valeurs Limites	Avant l'entrée	Avant l'entrée	En cas d'alarme
Oxygène	19,5% - 23%			
Gaz inflammables	< 10% LIE			
Sulfure d'hydrogène (H2S)	< 10 PPM			
Monoxyde de carbone (CO)	< 35 PPM			
Température (Co)				
Autres :				
Commentaires :				

< : Plus petit que
PPM : Partie par million

CADENASSAGE DES ÉQUIPEMENTS		
Identification de l'équipement	Type d'énergie (électrique, mécanique, hydraulique, etc.)	Éléments à cadenasser

PRODUITS CHIMIQUES NÉCESSAIRES AUX TRAVAUX		
Avant toute utilisation de produits chimiques, il faut consulter la fiche de données de sécurité		
Produits	Dangers	Fiche disponible (O/N)

MESURES DE PRÉVENTION ET ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE		
<input type="checkbox"/> Détecteur de gaz <input type="checkbox"/> Harnais de sécurité <input type="checkbox"/> Dispositif antichute <input type="checkbox"/> Trépied <input type="checkbox"/> Éclairage d'appoint <input type="checkbox"/> Extincteur <input type="checkbox"/> Chauffage	<input type="checkbox"/> Appareil de protection respiratoire <input type="checkbox"/> Dispositif de cadenassage <input type="checkbox"/> Appareil de communication <input type="checkbox"/> Logiciel météorologique <input type="checkbox"/> Moyen d'accès (échelle)	<input type="checkbox"/> Survêtement <input type="checkbox"/> Vêtements éclair d'arc <input type="checkbox"/> Bottes de sécurité <input type="checkbox"/> Casque protecteur <input type="checkbox"/> Lunettes de sécurité <input type="checkbox"/> Gants <input type="checkbox"/> Protection auditive
<input type="checkbox"/> Équipements additionnels :		

VENTILATION		
<input type="checkbox"/> Ventilation naturelle	<input type="checkbox"/> Purge	<input type="checkbox"/> Aspiration à la source
<input type="checkbox"/> Ventilation mécanique	Temps d'attente :	

LISTE DE VÉRIFICATION			
	Conforme	Non-conforme	N/A
Tous les travailleurs sont habilités			
Tous les travailleurs ont été formés			
Tous les travailleurs ont été informés des risques			
Les énergies dangereuses ont été isolées, verrouillées, obturées (procédure de cadenassage en place)			
Les outils et équipements sont en bon état			
Les équipements de communication sont fonctionnels			
Les détecteurs de gaz sont calibrés et fonctionnels			
L'espace de travail a été délimité			
Le temps de ventilation pré-entrée a été respecté			
Les procédures d'intervention d'urgence sont établies et opérationnelles			
Le permis de travail à chaud a été émis			

REGISTRE DES ENTRÉES ET SORTIES			
Nom des entrants	Heure d'entrée	Heure de sortie	Signature

IDENTIFICATION DE L'ÉQUIPE D'ENTRÉE		
Je certifie que tous les renseignements contenus dans ce permis sont exacts. J'ai pris connaissance des risques présents et j'ai reçu la formation et les instructions nécessaires à ce travail. Je m'engage à respecter les mesures prévues pour assurer ma sécurité et celle des autres travailleurs.		
Nom	Signature	Formation
Entrants		
Surveillant		
Superviseur		

Autorisation : J'autorise les travaux prévus dans ce permis d'entrée.

Nom :

Signature :

Date :

Ce permis d'entrée est valide pour la journée du _____ jusqu'à _____ heure.

Les travaux ont été complétés le _____ à _____ heure.

Tous les entrants sont sortis de l'espace clos. Oui / Non

Les matériaux et équipements ont tous été sortis de l'espace clos. Oui / Non

Signature :

Date :

© Association québécoise de la production
d'énergie renouvelable

*Guide - Gestion des espaces clos
en opération de parcs éoliens*

Octobre 2018

www.aqper.com