

Des éoliennes pour minimiser les dommages causés par le froid aux cultures horticoles

K. Baines, ing.

INTRODUCTION

Quand leurs tissus sont exposés à des températures inférieures à des valeurs critiques, les cultures vivaces sensibles comme les vignes et les arbres à fruits tendres peuvent subir des dommages irréversibles causés par le froid ou le gel qui entraînent des anomalies ou la mort de cellules végétales. Une méthode de protection consiste à recourir à des éoliennes, devenues largement populaires dans la péninsule du Niagara à la fin des années 1990. Aujourd'hui, les éoliennes sont fréquemment utilisées en Ontario. La présente fiche technique décrit les pratiques de gestion optimales (PGO) liées à l'utilisation d'éoliennes pour prévenir les dommages causés par le froid dans les vignobles et les autres cultures horticoles. Il s'agit de mesures pratiques ayant fait l'objet de recherches pour améliorer l'efficacité et favoriser la durabilité à long terme des exploitations agricoles, tout en minimisant le risque de nuisances pour les voisins.

MODE DE FONCTIONNEMENT DES ÉOLIENNES

L'éolienne dont il est ici question est un ventilateur fixe, très haut qui est mû par un moteur et qui, durant des épisodes de fortes inversions de températures, rabat au sol l'air plus chaud qui se trouve à au moins 15 m au-dessus du niveau du sol et aspire l'air froid qui se trouve au ras des cultures à protéger. Cela permet d'élever la température de l'air au ras de cultures vivaces sensibles comme la vigne (figure 1). Ces éoliennes sont différentes des éoliennes servant à créer de l'électricité à partir de l'énergie éolienne.



Figure 1. Éolienne fonctionnant dans un vignoble.

À une échelle microscopique, les éoliennes détruisent les frontières des couches d'air au-dessus des surfaces des cultures, améliorant ainsi le transfert de chaleur sensible de l'air vers les végétaux. Ces appareils transfèrent la chaleur par convection forcée. En plus de la rotation des pales, l'ensemble du rotor effectue une rotation autour de l'axe vertical du mât. Ainsi, l'air est-il poussé vers le nord, l'est, le sud, l'ouest et à nouveau vers le nord entre 4,5 et 6,5 minutes plus tard, selon le type d'appareil (figure 2). La superficie protégée représente de 3 à 5 ha, selon la topographie, la forme du champ, l'importance de l'inversion de températures, le moment de l'année et la dérive attribuable à la brise. Si l'éolienne effectue cette rotation horizontale trop lentement, il arrive que

l'air froid se dépose à nouveau sur les cultures ou que celles-ci soient endommagées par des courants d'air provenant de zones plus froides situées en amont de l'appareil par rapport au vent. Quand l'air descend jusqu'aux températures critiques, les dommages peuvent survenir assez rapidement.

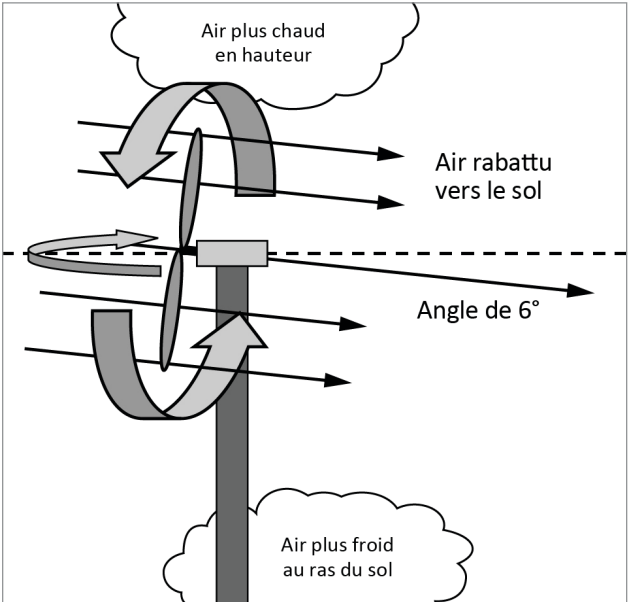


Figure 2. Mode de fonctionnement d'une éolienne.

INVERSIONS DE TEMPÉRATURE

Les inversions de température sont fortes quand la température de l'air à 20 m au-dessus du champ est plus élevée d'au moins 3 °C qu'au niveau de la culture, c.-à-d. à environ 0,625 m au-dessus du sol. Il se produit de fortes inversions de températures de rayonnement la nuit pendant les périodes où le ciel est clair et étoilé et où les déplacements d'air sont minimes. Ces conditions sont favorables à l'utilisation d'éoliennes. Les conditions d'inversion sont fréquentes durant les hivers ontariens et une recherche du MAAAO a démontré des inversions de températures pouvant atteindre jusqu'à 10 °C dans la péninsule du Niagara.

Pour que des inversions de température se produisent, le vent doit souffler à moins de 6 km/h alors qu'il doit souffler à plus de 6 km/h pour qu'elles se dissipent. C'est que les vents assurent le mélange de l'air qui se trouve au-dessus du champ avec celui qui se trouve au ras du sol. C'est un peu comme le ventilateur d'une installation de chauffage domestique qui brasse l'air dans toute la maison afin de maintenir la température plus uniforme. Quand

le ventilateur s'arrête, l'air se stratifie, l'air plus froid et plus lourd restant au sous-sol et l'air plus chaud et plus léger s'élevant et restant à l'étage. Les éoliennes permettent de réchauffer l'air autour des végétaux en réduisant du tiers ou de la moitié environ l'écart représentant l'inversion de températures.

Les températures de l'air dans un champ sont souvent très différentes des températures annoncées par les prévisions locales ou régionales. Les prévisions ne prédisent pas les températures de l'air si près des cultures ni dans les terres basses où l'air est souvent plus froid. Les températures de l'air peuvent chuter brusquement, parfois de plusieurs degrés en une heure et souvent au coucher ou au lever du soleil. En raison de la variabilité du profil d'une prévision et de la température, il peut être difficile de prédire le moment où faire fonctionner une éolienne ou s'il est nécessaire de la faire fonctionner.

INFLUENCE SUR LES TEMPÉRATURES DE L'AIR AU RAS DU SOL

Le démarrage d'une éolienne a des effets quasi instantanés sur les températures de l'air au ras du sol, sous réserve de légères variations de températures dans la zone d'influence (tableau 1). On remarque une forte inversion de la température de 4,8 °C à 2 h 25 du matin au moment du démarrage de l'éolienne (6,2-1,4 °C = 4,8 °C), tandis que la température de l'air à 20 m au-dessus du vignoble est restée presque constante. La masse d'air chaud provenant d'une inversion est variable et déterminera l'efficacité de l'éolienne.

Tableau 1. Températures de l'air mesurées 30 minutes avant et après le démarrage d'une éolienne, pendant un épisode de gel potentiel au printemps dans un vignoble situé au sud-est de Virgil (péninsule du Niagara), le 18 mai 2009.

Heure	État de l'éolienne	Température de l'air à 20 m au-dessus du vignoble	Température de l'air au ras des vignes à 115 m au nord de l'éolienne
2 h 20	Arrêt	6,1 °C	1,5 °C
2 h 25	Démarrage	6,2 °C	1,4 °C
2 h 30	Marche	6,1 °C	1,5 °C
2 h 35	Marche	5,8 °C	1,7 °C
2 h 40	Marche	5,8 °C	2,0 °C
2 h 45	Marche	6,1 °C	2,2 °C
2 h 50	Marche	6,0 °C	2,5 °C

Sous l'effet d'un vent léger du sud-ouest soufflant à une vitesse de 4 à 5 km/h, une élévation des températures de l'air plus accentuée s'est produite au nord-est de l'éolienne (en aval), alors que l'élévation des températures de l'air a été plus lente dans la portion sud-ouest de l'éolienne (en amont). La superficie protégée par une éolienne varie en fonction de la topographie ainsi que de la direction et de la vitesse du vent, puisque l'air froid s'écoule naturellement vers le bas.

BRUIT

Les éoliennes produisent du bruit puisqu'elles ont besoin de gros moteurs fonctionnant à régime élevé et de pales à grand angle pour pousser l'air sur une grande distance. Il est difficile de les

concevoir de façon à ce qu'elles soient moins bruyantes. Le bruit vient du moteur et des pales. Comme ce type d'éolienne effectue en quelques minutes une rotation de 360° autour du mât, l'intensité sonore perçue varie suivant une courbe sinusoïdale. Le bruit est à son apogée lorsque le jet d'air est dirigé en direction opposée à celle d'un récepteur (c.-à-d. un voisin), légèrement moins important lorsque le jet d'air est dirigé vers un récepteur et significativement réduit lorsque le jet d'air est perpendiculaire à un récepteur (figure 3). Pour certains voisins, cela constitue une nuisance puisqu'ils anticipent le retour du bruit plus élevé. Consultez la partie *Aborder les nuisances potentielles et les pratiques agricoles normales* pour de plus amples renseignements.

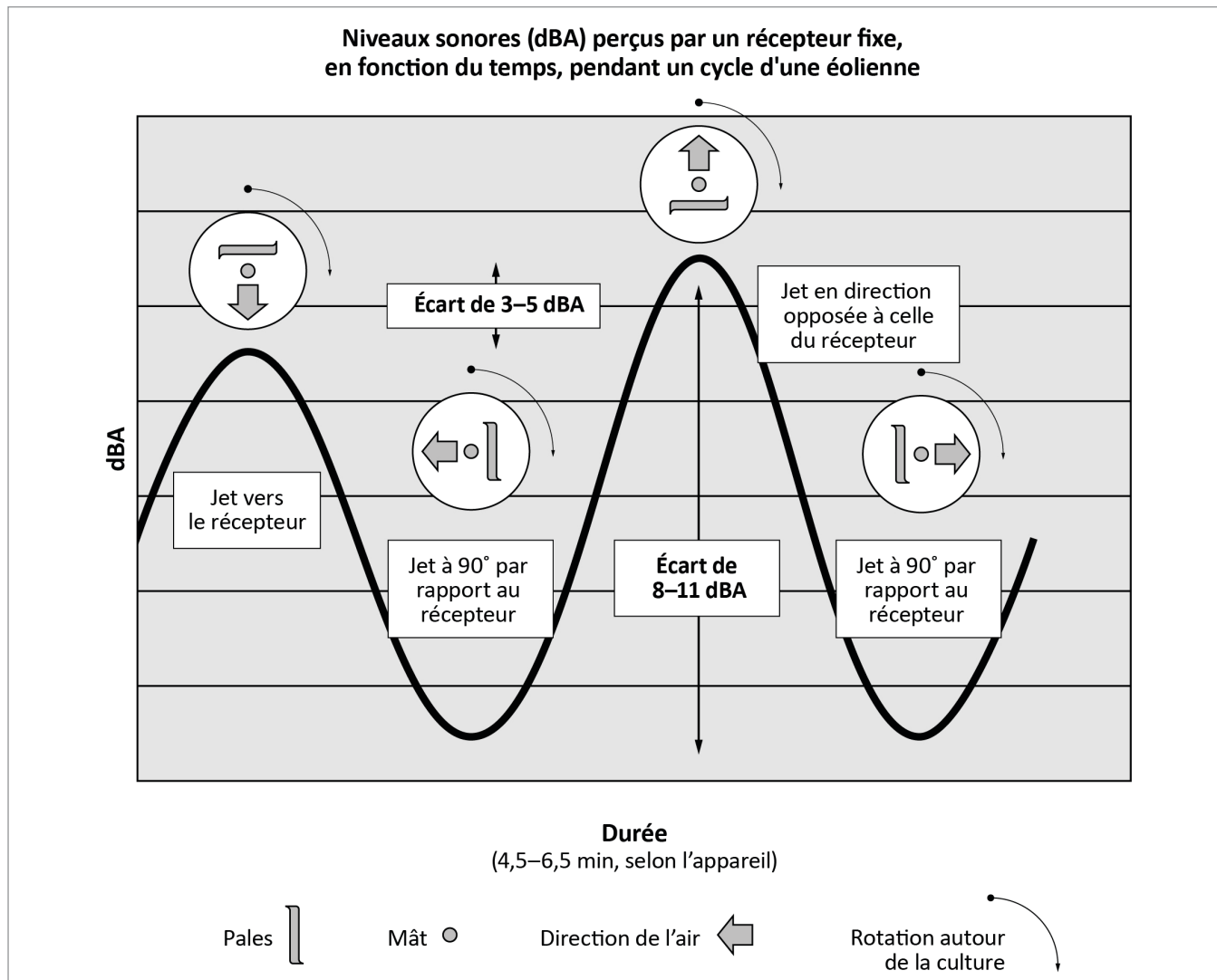


Figure 3. Variations de l'intensité sonore d'une éolienne en fonction de la rotation des pales.

Une vitesse de rotation des pales moins élevée réduit le bruit produit par l'éolienne, mais cela diminue le débit d'air, ce qui oblige à installer davantage d'appareils pour couvrir la même superficie.

Malheureusement, les régions rurales sont souvent paisibles durant les inversions de température, lorsque les éoliennes fonctionnent durant la nuit au printemps, à l'automne et à l'hiver. Les autres bruits pouvant masquer le son émis par les éoliennes sont moins nombreux (p. ex. le vent, les voitures). La dispersion du bruit produit par les éoliennes se trouve aussi compliquée et influencée par des conditions extérieures :

- l'absence de végétation, d'herbe au sol ou de feuilles dans les boisés pour feutrer le bruit
- l'inversion de températures qui amène le son à se répercuter contre la couche d'air plus doux et à être redirigé vers le sol
- la surface du sol dure, gelée et non absorbante durant l'hiver, qui permet aux ondes sonores de se propager facilement
- le fait que le son est produit en hauteur, ce qui lui permet de se propager sur de grandes distances
- le fonctionnement simultané de nombreux appareils
- la faible humidité relative de l'air froid

Parmi les conditions à l'intérieur des maisons qui sont source de complications et qui permettent aux ondes sonores de l'extérieur de pénétrer ou d'être amplifiées, mentionnons les pièces vastes, les grandes fenêtres, les revêtements de sol durs et les charpentes légères. Le bruit produit par une éolienne est en général moins incommodant dans les petites pièces dont le sol est revêtu de moquette et qui sont dotées de murs épais, ainsi que dans les parties de la maison se situant du côté opposé à celui de l'éolienne ou au sous-sol. Parfois, le son est partiellement masqué à l'intérieur d'une maison, en présence d'un bruit blanc, comme le son d'une radio, d'un téléviseur ou d'un ventilateur.

Les pales des éoliennes produisent des ondes infrasonores de basse fréquence qui se propagent sur de grandes distances et peuvent pénétrer dans les éléments des bâtiments résidentiels. La musique à basses profondes entendues à

l'intérieur et provenant de la stéréo d'un voisin est un exemple de la façon dont les sons de basse fréquence voyagent.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Les exploitations horticoles devraient déployer les pratiques de gestion optimales suivantes pour utiliser plus efficacement les éoliennes et réduire au minimum le bruit qu'elles produisent.

Rusticité des cultures

- Gérer les cultures de manière à leur garantir un niveau de santé optimal pour affronter l'hiver.
- Faire reposer les décisions d'utiliser une éolienne sur les données les plus à jour sur la résistance des végétaux au froid et sur les températures critiques.

Emplacement des éoliennes

- Choisir l'emplacement des éoliennes en tenant compte de l'effet prévisible que la topographie et la direction des vents peuvent avoir sur leur zone d'influence.
- Choisir l'emplacement des éoliennes en tenant compte de l'emplacement d'éoliennes adjacentes et d'éléments du paysage de nature à assurer une protection supplémentaire contre le froid, comme des routes, des bâtiments chauffés, des cours d'eau ou des boisés.
- Envisager d'installer les cultures les plus sensibles au froid aussi loin que possible des voisins, de façon à éloigner les éoliennes des habitations.

Surveillance

- Se fier aux prévisions météorologiques locales les plus précises.
- Faire une surveillance constante afin de détecter les inversions de température supérieures à 3 °C à la ferme ou à proximité de celle-ci, afin de décider de la pertinence de faire fonctionner l'éolienne ou les éoliennes. Cette surveillance oblige à se doter d'une tour d'au moins 10 m de haut qui permet de recueillir des données de température au-dessus des cultures.
- Veiller à ce que le démarrage automatique des éoliennes se fasse en fonction des lectures de capteurs thermiques situés sous le fil de palissage dans un rayon de 15 m de l'appareil.

- Surveiller et automatiser le démarrage, le fonctionnement et l'arrêt des éoliennes à l'aide d'une combinaison de capteurs détectant à distance en temps réel les températures, la vitesse du vent et le fonctionnement des éoliennes et assurer un suivi à l'aide d'appareils mobiles.
- Régler les températures de démarrage de l'éolienne aussi près que possible des températures critiques attendues :
Gel printanier : 2 °C–3 °C.
Gel automnal : 1 °C–2 °C.
Hiver : températures variables selon les données les plus récentes sur la rusticité des bourgeons, tirées d'essais locaux sur le gel.
- Régler le différentiel (écart entre les températures de démarrage et d'arrêt des éoliennes) de sorte que la température d'arrêt soit supérieure de 2 à 3 °C à la température de démarrage.

Vent

- S'abstenir de faire fonctionner les éoliennes si les vents dépassent de beaucoup 7 km/h, car il est alors peu probable qu'il y ait une forte inversion de températures ou qu'il y ait une couche d'air plus doux au-dessus de la culture.
- S'abstenir de faire fonctionner les éoliennes si les vents soufflent à 13 km/h ou plus, sous peine d'endommager les pales longues et fines.
- Ne jamais faire fonctionner les éoliennes si les vents soufflent à 21 km/h ou plus, sous peine de les endommager gravement.

Entretien

- Conserver les éoliennes dans un bon état d'entretien par une révision annuelle comportant la vidange d'huile de la boîte de vitesse (à la base et au sommet du mât), la lubrification des mécanismes, l'inspection des joints d'étanchéité, le resserrement des écrous et boulons, l'inspection des pales et des pièces qui les tiennent et l'entretien périodique du moteur. Conserver des câbles de démarrage à portée de main pour y avoir accès rapidement au besoin.

Bruit

- Situer les éoliennes aussi loin que possible des habitations voisines au sein des zones agricoles et jamais à moins de 125 m, sauf si des pratiques de gestion optimales ont été mises en place.
- Expliquer aux voisins vivant dans un rayon de 125 m d'une éolienne le fonctionnement des éoliennes et leur nécessité. Envisager de créer un système de préalerte pour les voisins concernant l'utilisation des éoliennes et partager les coordonnées d'une personne-ressource.
- Régler les machines les plus proches des voisins afin qu'elles soient les dernières mises en marche et les premières éteintes.
- Faire preuve de diligence en faisant fonctionner les éoliennes dans des exploitations agricoles où vous n'habitez pas, puisque vous ne serez pas toujours présent durant les heures où elles fonctionnent.
- Installer des silencieux sur tous les moteurs d'éoliennes.

Formation continue

- Former tous les employés qui s'occupent des éoliennes sur les pratiques de gestion optimales, afin d'assurer le fonctionnement le plus efficace et efficient de ces appareils.

ABORDER LES NUISANCES POTENTIELLES ET LES PRATIQUES AGRICOLES NORMALES

Le respect et la tolérance entre les agriculteurs (y compris les serriculteurs) et leurs voisins sont essentiels pour maintenir de saines relations communautaires. Expliquer à vos voisins l'importance de certaines activités ou de certains dispositifs nécessaires aux activités agricoles qui sont susceptibles de créer une nuisance aidera à forger de meilleures relations.

Afin de prévenir les plaintes pour nuisance, les agriculteurs sont invités à être proactifs en communiquant toutes les activités réalisées ou tous les dispositifs déployés dans le cadre de leur exploitation agricole qui peuvent créer une nuisance causée par une perturbation qui est régie aux termes de la [Loi de 1998 sur la protection de l'agriculture et de la production alimentaire](#). Expliquer la nécessité de ces activités pour le succès des exploitations agricoles peut

aider à favoriser la bonne volonté et réduire la probabilité de plaintes. De la même façon, les voisins d'exploitations agricoles (y compris de serres) sont encouragés à communiquer avec les agriculteurs s'ils subissent des perturbations. Le fait de régler les préoccupations en collaboration avant d'impliquer les autorités locales ou le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Agroentreprise peut entraîner des résolutions plus efficaces et à l'amiable.

Consulter la partie *Ressources* pour de plus amples renseignements sur le règlement des plaintes de nuisance.

RÉSUMÉ

Les éoliennes sont utilisées dans les vignobles et les champs horticoles de l'Ontario pour protéger les cultures des dommages causés par le gel et le froid. Ces appareils fonctionnent en aspirant l'air plus chaud provenant du dessus de la culture et en le mélangeant avec l'air plus froid près du sol, ce qui augmente efficacement la température autour des végétaux. Il est important de respecter les pratiques de gestion optimales pour leur utilisation et leur exploitation efficaces, permettant de couvrir des superficies maximales avec une perturbation minimale liée au bruit pour les voisins. L'exploitation en temps opportun des éoliennes réduit le risque de perdre une culture.

RESSOURCES

Fiche technique du MAAAO [*Donner suite aux plaintes pour nuisance agricole*](#)

Fiche technique du MAAAO [*Les plaintes pour nuisances et la Loi de 1998 sur la protection de l'agriculture et de la production alimentaire*](#)

Vidéo du MAAAO [*Éoliennes dans un vignoble ou un verger*](#)

La présente fiche technique a été mise à jour par Kevin Baines, ingénieur principal, systèmes agroalimentaires (serriculture et horticulture), MAAAO, Craig Fowler, ingénieur, gestion de l'eau et irrigation, MAAAO, et Gaganjyot Madanpotra, ingénieur, systèmes de production des cultures et questions environnementales, MAAAO. Elle a été rédigée originalement par Hugh Fraser, ingénieur, protection des cultures horticoles et manutention après récolte, MAAAO, Ken Slingerland, spécialiste de la culture des fruits tendres et du raisin, MAAAO, Kevin Ker et Ryan Brewster, KCMS Consultants, Fenwick et Helen Fisher, chercheuse spécialisée dans la vigne, Université de Guelph.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Agroentreprise
© Imprimeur du Roi pour l'Ontario, 2026
ISSN 1198-7138
Also available in English (Factsheet 26-001)

Centre d'information agricole :
1 877 424-1300
1 855 696-2811 (ATS)
Courriel : ag.info.omafa@ontario.ca
ontario.ca/maaaao

Le présent guide est publié à titre informatif seulement. La province de l'Ontario, représentée par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Agroentreprise (MAAAO), ne fait aucune garantie expresse ou tacite en lien avec l'utilisation de ce guide, à savoir son contenu ainsi que tout lien menant à des sources ou des sites de tiers et tout contenu de ces sources et sites, ce qui comprend, sans limitation, les garanties d'absence de contrefaçon ou d'adaptation à un usage particulier.