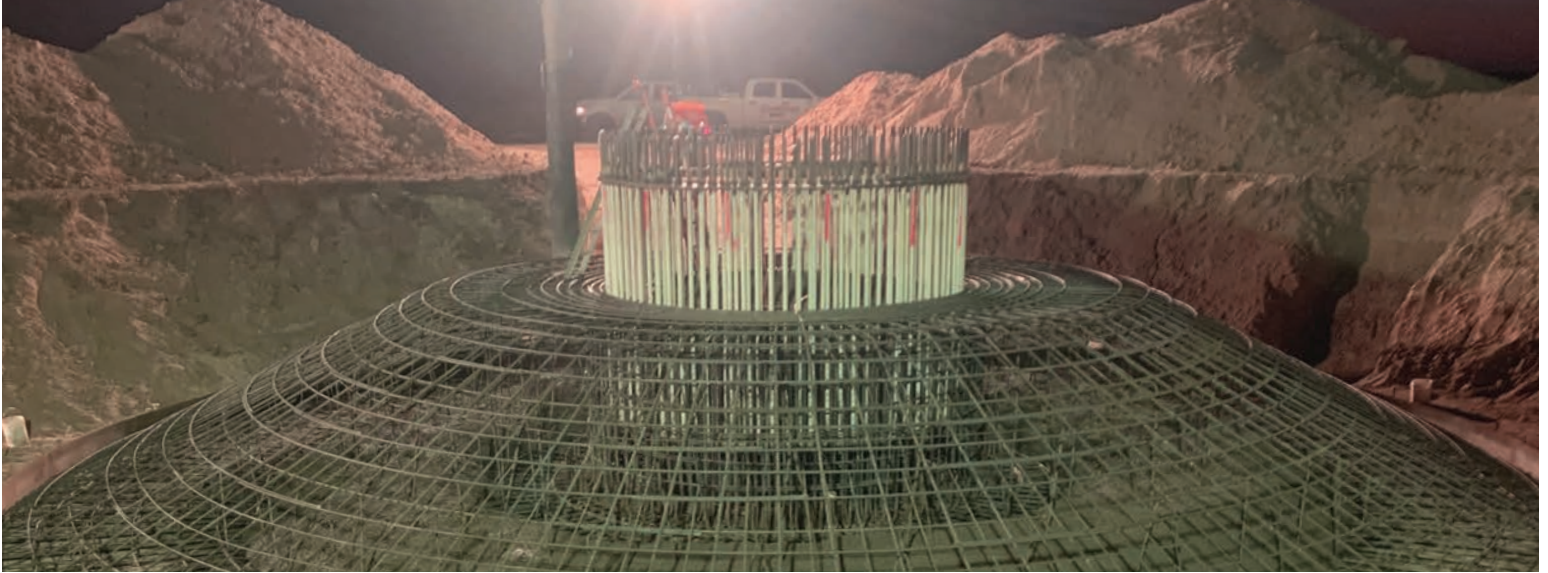


Construit avec  
**OneCem®**

L'énergie éolienne repose sur de solides  
fondations avec le ciment Portland au  
calcaire *OneCem®*



Le marché de l'énergie éolienne aux États-Unis est parmi les plus importants au monde et celui dont le rythme de croissance est exceptionnellement rapide. Entre les mois de janvier et de décembre 2019, l'énergie éolienne a produit 300,1 térawatts-heures d'énergie, soit 7,29 % de toute l'énergie électrique produite aux États-Unis. Si l'on regarde l'avenir, l'industrie éolienne joue un rôle crucial dans la stratégie énergétique des É.-U., dont un des objectifs vise la réduction des émissions de carbone et la diversification de l'économie américaine en matière d'énergie.

Au pays, l'état du Colorado arrive au septième rang quant à la production d'énergie éolienne. En 2004, l'état avait fait adopter le premier programme national d'offre normalisé en matière d'énergie renouvelable, ce qui avait incité, déjà à l'époque, le développement de centaines de nouveaux projets axés sur l'énergie renouvelable. Entre 2005 et 2016, l'énergie générée par les producteurs éoliens de cet état est passée de 1,5 % à 17,3 %, soit plus de 4 % de la production éolienne au pays.

# Le défi

Dans la région est du Colorado, la production éolienne progresse rapidement et cette croissance génère d'importants avantages économiques et environnementaux. Établi sur des terres utilisées pour le pâturage et la culture du blé dans les comtés de Kit Carson et de Cheyenne, le nouveau parc éolien « Crossing Trails Wind Farm » offre aux propriétaires de fermes une culture de rente stable par l'entremise de paiements de location, dont l'impact reste minime sur l'utilisation actuelle des terres. De plus, les 25 éoliennes Vestas génèrent 104 mégawatts l'électricité propre laquelle alimente plus de 50 000 foyers du Colorado par année.

Comme pour les projets dans les régions rurales, les équipes de construction qui ont travaillé sur le projet du parc éolien « Crossing Trails Wind Farm » ont fait face à d'importants défis. Entre autres, les équipes ont dû construire sur un sol sec et sablonneux des voies d'accès stables sur une longueur représentant un peu plus de 14 km, couler plus de 12 232 m<sup>3</sup> de béton pour construire les fondations des éoliennes et approvisionner le chantier isolé en divers produits en plus d'y livrer de grandes quantités de matériaux de construction. Pour assurer le succès du projet, il s'avérait essentiel d'assurer un chantier de béton haute performance — en répondant aux préoccupations quant à la résistance aux sulfates, aux alcalis-réactions et à la chaleur d'hydratation — et de viser des normes élevées relativement aux pratiques en matière de construction durable.

# La solution

Pour répondre aux exigences élevées en matière de performance reliées à la construction du parc éolien « Crossing Trails Wind Farm », tout en minimisant les impacts sur l'environnement, Holcim a recommandé l'usage de 6 000 tonnes de ciment Portland au calcaire OneCem qu'elle a fourni pour stabiliser le sol des voies d'accès et construire les fondations en béton nécessaires pour soutenir les éoliennes lesquelles mesurent chacune 105,15 mètres de hauteur. Le Colorado utilise du OneCem dans ses projets depuis 2008 et le produit offre le même niveau de performance que les ciments de type I/II. Puisque OneCem use de clinker en proportion moindre, les émissions de CO<sub>2</sub> provenant du ciment sont réduites jusqu'à 10 pour cent par tonne de ciment.

Au départ, les plans du projet prévoyaient la construction de routes d'accès sur une couche de granulat de 30 cm, mais le produit est dispendieux et l'approvisionnement reste difficile dans cette région du Colorado. En raison des exigences relatives à la vitesse de construction, des problèmes d'approvisionnement et des considérations de nature économique, les responsables du projet ont décidé de construire les routes en utilisant d'abord une couche de ciment de 30 cm pour stabiliser le sol et de recouvrir le tout d'une couche de granulat de 10 cm. En optant pour cette approche, l'équipe du projet est parvenue à réduire les besoins en granulat de 66 pour cent tout en parvenant à atteindre les objectifs spécifiés pour ce qui est de la compressibilité du sol et de la performance quant à la résistance.

*Le fait d'atteindre cette résistance en deçà du temps spécifié représente un grand avantage pour les projets de parcs éoliens, car les équipes pouvaient remblayer le terrain autour des fondations plus tôt et terminer le travail avant la date prévue.*

Corey Emerson  
Gestionnaire de projet  
Hammerson Ready Mix

La construction a commencé avec les bulldozers qui ont retiré la végétation et une couche supérieure du sol afin de tracer les balises des routes de 4,9 mètres de large. Des épanduses ont ensuite étendu une couche de traitement de ciment de 30 cm pour stabiliser le sol, laquelle a été couverte après d'une couche de surface de 10 cm de granulat. Cela a fourni une base stable pour supporter les équipements lourds de construction nécessaires pour construire les éoliennes. Selon Bryan Rayat de l'entreprise Allstates Pavement Recycling & Stabilization, une organisation logistique de premier ordre s'avérait essentielle, car sur le chantier il n'y avait pas de silos de stockage pour le ciment et la cimenterie de Holcein se trouvait à 257 km de là. Le chantier avait besoin d'un approvisionnement fiable de 350 tonnes de ciment quotidiennement livrées selon un horaire précis et les camions de Holcim arrivaient avec la régularité d'un métronome, 7 jours par semaine, pour remplir les épanduses afin que les équipes de travail puissent réaliser ce projet de 12 jours selon l'échéancier fixé.

Lorsque la phase de construction des routes d'accès s'est terminée, une équipe a installé deux usines mobiles de béton prêt à l'emploi afin de produire un peu plus de 12 000 m<sup>3</sup> de béton pour construire les fondations sur lesquelles allaient reposer les 25 éoliennes. Les mélanges de béton nécessitaient 3 500 tonnes de OneCem ainsi que 20 % de cendre volante de classe F pour atténuer les risques potentiels de réactions silico-alcalines. Les niveaux de résistance spécifiés sur 28 jours s'élevaient à 5 000 psi pour la base et 6 000 psi pour le socle en béton.

Chaque fondation, dont le diamètre mesurait 18,9 mètres et la hauteur s'élevait à presque 4 mètres, nécessitait autour de 490 m<sup>3</sup> de béton. Le processus de construction devait se poursuivre en plusieurs étapes. Il fallait d'abord consacrer 30,6 m<sup>3</sup> de béton pour créer une dalle de propreté d'environ 10 cm. Une armature y était par la suite insérée, puis 428 m<sup>3</sup> de béton ont été coulés pour former la base. La dernière étape consistait à couler 32 m<sup>3</sup> de béton pour former le socle. Les boulons géants sur lesquels les tours devaient se fixer étaient ancrés dans la partie supérieure du béton.

Une des premières préoccupations liées au coulage de ces grandes quantités de béton touchait l'accumulation de chaleur excessive. Pour surveiller les données de température, l'équipe technique de soutien de Holcim a inséré dans le béton des thermocouples. Corey Emerson, le gestionnaire de projet pour l'entreprise Hammerson Ready Mix basée au Kansas, a mentionné qu'il n'y avait eu aucun craquage thermique dans les fondations de béton et que le mélange de béton répondait aux exigences en matière de haute résistance aux sulfates et de performance relativement aux alcalis-réactions et qu'il atteignait toujours en 7 à 10 jours la cible de résistance qui devait être atteinte en 28 jours. Il a également ajouté que le fait d'atteindre cette résistance en deçà du temps spécifié représentait un grand avantage pour les projets de parcs éoliens, car les équipes pouvaient remblayer le terrain autour des fondations plus tôt et terminer le travail avant la date prévue.

# Les résultats

Avec les coûts de production d'énergie renouvelable en constante baisse et les préoccupations quant aux émissions ayant une incidence sur les changements climatiques en hausse, le projet de parc éolien « Crossing Trails Wind Farm » procure au Colorado – à son l'environnement, à son économie et à la santé des résidents qui vivent et qui travaillent à la grandeur de l'état – des avantages significatifs et durables.

Installées en 2020, les 25 éoliennes de pointe génèrent aujourd'hui 104 mégawatts d'électricité propre, laquelle alimente 50 000 résidences en milieu rural et permet d'économiser près de 820 millions de litres d'eau chaque année. De plus, grâce aux 6 millions de kilogrammes de OneCem qui ont servi à réaliser le projet, le parc éolien « Crossing Trails Wind Farm » laisse une empreinte carbone substantiellement réduite pour le Colorado, un état soucieux de l'environnement.

Dans une région fortement agricole, l'énergie éolienne produite sur ces terres s'ajoutera aux produits récoltés à même ce territoire fertile de l'est du Colorado, et les générations à venir bénéficieront de cette énergie propre produite par ce vent qui souffle à l'année.