




Mâts éoliens hybrides bois-métal

par [Quentin Lenoir](#) /  2023-03-10 00:00:00 / France /  7 /  FR



Année de livraison : 2023

Impact CO2 : 359 T

Energies Vertes : Eolien onshore



1 200 000 €

Constructeur

JPF-Ducret SA

Gestionnaire / Concessionnaire

InnoVent

INFOS GÉNÉRALES

Les éoliennes hybrides bois/acier développées par la société InnoVent sont **une première mondiale**. L'ambition de ce projet est de construire des mâts hybrides bois et acier de 100 mètres de hauteur, permettant la production d'électricité avec des machines conventionnelles onshore (puissance nominale d'environ 2 MW). Après 2 millions d'euros investis en recherche et développement et la réalisation de prototypes de 97m, la pose d'un nouveau prototype éolien de 108m de hauteur a eu lieu en début d'année 2023 sur le site d'Essey les Ponts.

Une éolienne standard est usuellement constituée d'un assemblage successif de tubes métalliques de 4.6 m de diamètre et de 20 m de long, sur lesquels reposent une nacelle équipée de son rotor. L'ensemble est fondé sur une fondation lourde et épaisse en béton armé.

Sur les mats hybrides, les tubes inférieurs sont remplacés par une structure en treillis en bois (environ 310 m3) permettant une optimisation de matière métallique, mais aussi de béton, puisque les fondations sont isolées sous chaque pied de poteau.

Cette géométrie génère ainsi de **nombreux avantages sur le plan écologique** : une moindre empreinte sur le terrain avec une division par 8 de la quantité de béton dans les fondations, une production avec du bois français, une diminution de 315 tonnes de CO2 pour la production de ces éoliennes hybrides par rapport aux éoliennes standards, une meilleure restitution des sols en fin de vie et enfin une innovation française exportable dans le monde entier tout à fait en phase avec la transition écologique.

Etat d'avancement

Livré

Fiabilité des Données

Auto-déclaration

Type de Financement

Privé

Entreprise/Infrastructure

<https://innovent.fr/>

Developpement Durable

Attractivité :

La société InnoVent développe, installe et exploite des éoliennes en France depuis 2001. Dès 2012, InnoVent a commencé à s'intéresser aux mâts en bois, et porte depuis une dizaine d'années le projet des éoliennes en bois d'Essey-les-Ponts. InnoVent est une société pionnière dans la réalisation d'éoliennes hybrides.

Préservation/Amélioration de l'Environnement :

Le bois est une ressource renouvelable et écologique, qui stockent du carbone. Le remplacement des parties basses du mât permet l'économie de plus de 100 to d'acier, la division du volume de béton par 8 et des émissions de Co2 liée. Compte tenu de la géométrie des fondations, **la perméabilité des sols est préservée, et les surfaces agricoles moins péjorées en surface.**

Utilisation responsable des ressources :

Le treillis en bois est réalisé en bois de douglas, **ressource locale et durable.** Afin d'optimiser la matière, il a fallu passer par une recherche de forme afin de définir l'optimum structurel et économique. Plusieurs contraintes étaient présentes entre la taille de la pièce de jonction (liaison fut-treillis), la taille de l'embase, et finalement la longueur des poteaux, le tout influençant directement le prix de l'ouvrage. In fine la forme est un polynôme de degré 3 avec quelques conditions aux limites (!), qui a ensuite été adapté en calcul pour avoir une production simple du lamellé collé. Tout cela a également permis **d'optimiser et limiter la consommation de matière de première.**

Gouvernance

InnoVent

Type : Entreprise Privée

JPF-Ducret SA

Type : Bâtiment travaux publics

InnoVent

Type : Privé

Solution(s) Durables

Mâts éoliens hybrides bois-métal

Description :

L'éolienne est composée de trois parties distinctes, de haut en bas : Le moteur avec ces pâles perchés à plus de 110m de hauteur, la partie tubulaire en structure métallique d'environ 68m, et le treillis bois, d'une hauteur de 42m environ pour un cubage de bois de 310 m3. Il a été choisi de maintenir la partie tubulaire dans la zone de rotation des pales. Techniquement le treillis bois aurait pu monter plus haut, mais nous avons des craintes sur le flux aéroulrique du vent sur le treillis qui aurait pu perturber le rendement des machines.



Le treillis bois est assez simple de premier abord. Il est composé de quatre poteaux qui conduisent les efforts principaux du fut métallique au sol. Les poteaux sont stabilisés entre eux à l'aide de contreventements qui définissent des étages de tours.

Au départ nous avons retenu de couvrir la structure avec une toile de type ETFE, à la manière d'un jupon. Toutefois nous étions hors du budget client et nous avons retenu d'utiliser du bois de douglas sans protection ou presque. Un soin particulier a été apporté aux pièges à eaux, et nous avons couvert le minimum possible d'assemblages étant entendu que la durée de vie souhaitée par le client est de 25 ans, ce qui correspond à la durée de vie attendue de la machine.

Sur le parc d'Essey les Pont, il y a deux éoliennes à 6 étages, et une plus haute à 8 étages. La conception est toutefois similaire en raison de la définition de la forme du treillis.

Impact CO2 : 359,00

- Adaptation changement climatique
- EnR
- Équipements/matériaux bas carbone

Entreprise (s) :

Entreprise (s) :



BG Ingénieurs Conseils

Crédits photo

Quentin Lenoir - BG Ingénieurs Conseils SA

InnoVent

Concours

Raisons de la candidature au(x) concours

Ce projet d'infrastructure est novateur à plus d'un titre.

Dans le but de faire un pas supplémentaire dans la durabilité en réduisant l'énergie grise des parcs éoliens, le département R&D de la société InnoVent a choisi d'utiliser du bois dans la conception de ses mâts d'éoliennes.

Ce projet d'infrastructure concourt dans cette catégorie car il répond aux critères suivants :

Caractère durable :

Utiliser du bois, ressources renouvelables à l'échelle de l'homme, qui stockent du carbone, pour produire une énergie renouvelable est une belle synergie. Au-delà de la mise en valeur du noble matériau, l'un des avantages majeurs d'un tel système réside aussi dans ses fondations. Par opposition aux éoliennes conventionnelles qui tiennent au sol au prix d'un énorme radier en béton, avec ce concept en treillis les fondations sont ponctuelles sous chaque pied et de type pieu. L'impact sur le sol est donc réduit.

Également la géométrie se veut adaptative car il « suffit » d'ajouter des étages pour aller chercher plus de hauteur et donc plus de puissance, avec des composants légers, facilement transportables.

Reproductibilité :

Les solutions présentées sur ce projet sont reproductibles et envisageables dans d'autres parcs éoliens. La structure en bois lamellé-collé du quadripode est entièrement préfabriquée en atelier. Les treillis en bois sont livrés sur site, puis assemblés au sol aux moyens d'assemblages traditionnels de charpente bois pour ensuite être levés. La préfabrication en atelier de la structure bois, la facilité et rapidité de montage sur site permettent une bonne reproductibilité du procédé.

Innovation :

La réalisation de socle d'éolienne en structure tridimensionnelle en bois est une première mondiale. C'est une nouvelle approche globale de la conception d'éolienne qui est apporté par cette solution. Cette innovation doit donner envie à d'autres promoteurs de se lancer dans l'aventure de l'éolien en structure bois, afin de proposer des structures novatrices et plus respectueuses de l'environnement. Souvent les parcs éoliens sont décriés par le public. Ces structures en treillis par leurs formes peuvent attirer les curiosités et proposer du localisme à la fois dans la ressource mais aussi dans la valorisation du savoir-faire, dans ces industries mondialisées. Et compte tenu de leur forme une tour visitable serait aussi envisageable !

Au-delà de la conception, de la variabilité des cas de charges, des contraintes économiques, un des éléments clés est constitué par les assemblages en situation de fatigue, avec des efforts très importants ! Les assemblages sont le lot de toute construction bois. Mais ici, transmettre plus de 10 000 kN n'est pas courant. Nous avons retenu pour les deux premières éoliennes déjà montées des assemblages brochés et frettés, et pour la dernière des assemblages par tiges collées. La différence entre ces types d'assemblages provient essentiellement des entreprises ayant réalisés ces structures.

Coût :

À ce jour, les prototypes de mâts éoliens hybrides bois-métal font partie d'un projet de recherche et développement de la société Innovent. Ces premiers prototypes ont pour objectif de prouver la faisabilité de la solution technique qui devra par la suite être étendue à d'autres parcs éoliens pour être rentable. Le montant global de l'opération demeure confidentiel, toutefois, la structure bois des mâts a été réalisée à un coût standard du marché pour des structures (charpentes) en bois lamellé-collé.

