

Les mâts hybrides bois/acier des 3 éoliennes d'Essey les Ponts



Historique du projet

La société InnoVent développe, installe et exploite des éoliennes en France depuis 2001. La société InnoVent a commencé à s'intéresser aux mâts en bois dès 2012 après une visite à Hanovre, de la société TimberTower, société qui a construit la toute première (et unique à ce jour) tour en bois de cent mètres de haut, le TimberTower TT100. En 2014, Gregor Prass, (ancien de TimberTower) fonde PHI blades GmbH. L'objectif est de produire des pales en bois et, depuis 2015, des mâts en bois. PHI blades prétendait améliorer le concept de fabrication de mâts en optant pour la technologie du Lamibois (ou LVL pour « Laminated Veneer Lumber »). Séduite par l'idée, la société InnoVent devient actionnaire de PHI Blades en 2015 et s'imagine déjà être la première en France à installer une éolienne avec un mât en bois à Argentan. InnoVent investit largement dans la société PHI Blades pour voir le projet se réaliser. Sauf que tout ne se passe pas exactement comme prévu... Le chantier démarre à la fin du mois de septembre 2016 et révèle les lacunes techniques et pratiques de la société PHI Blades. Une mauvaise manipulation sur la pose d'un contreventement lors de l'installation de la première section de 12m de hauteur provoque la chute dudit contreventement qui rebondit et blesse grièvement Gregor Prass, le fondateur de PHI Blades. **Les allemands abandonnent totalement le chantier, les travaux sont arrêtés, les méthodes désavouées, et le design remis en question.** La société InnoVent n'a plus d'autre solution que de revoir la conception du mât dans sa totalité.

Changement du design de la tour en bois

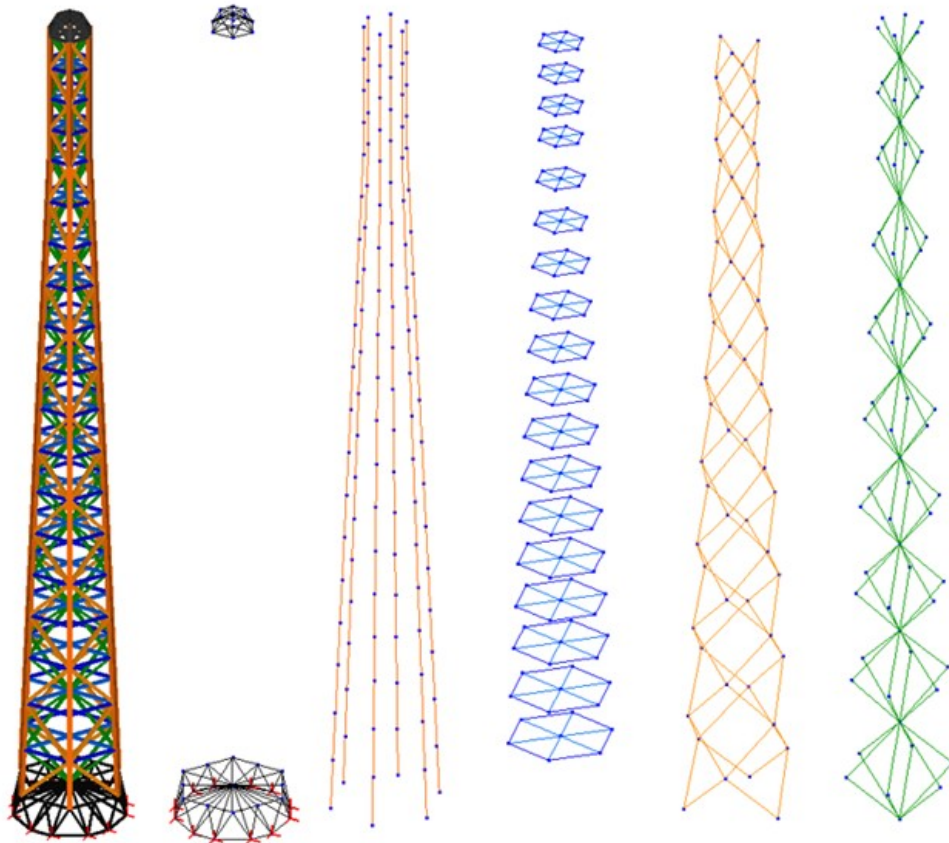
InnoVent est aussi forcée de reprendre la direction administrative et technique de PHI Blades au cours du mois de novembre 2015 car le directeur allemand menace de faire faillite entraînant la perte des fonds propres apportés par InnoVent dans PHI Blades. Le dépôt de bilan est évité de justesse. Avec tous les soucis qui s'en suivent, la société InnoVent rachète la société PHI Blades en 2016 et 2017.

Il s'agira dès lors de mettre en œuvre efficacement le design existant avec des partenaires d'expérience du secteur. Une grande quantité de bois est achetée aux sociétés STEICO et Storaenso. La société Goudalle Charpentés, domiciliée à Hucqueliers dans le Pas-de-Calais et forte de son dynamisme régional, se propose pour cette mission : monter le mât en bois, mettant à contribution à la fois ses ateliers pour l'usinage des sections restantes à construire, le stockage du bois, son bureau d'études pour la partie méthode et ses monteurs sur site pour la continuation du chantier.

Pour surmonter la difficulté de l'assemblage collé dans les conditions de température et d'humidité de la Basse-Normandie provoquant des écarts sensibles au niveau des assemblages collés entre panneaux de LVL, Goudalle installe une structure de tente à côté du chantier pour réaliser les assemblages prévus dans une hygrométrie et une température favorables.

Hélas, les options de matériau, d'assemblage et de protection de couverture seront successivement désavouées durant les mois de janvier et février 2016 dans la poursuite du concept existant.

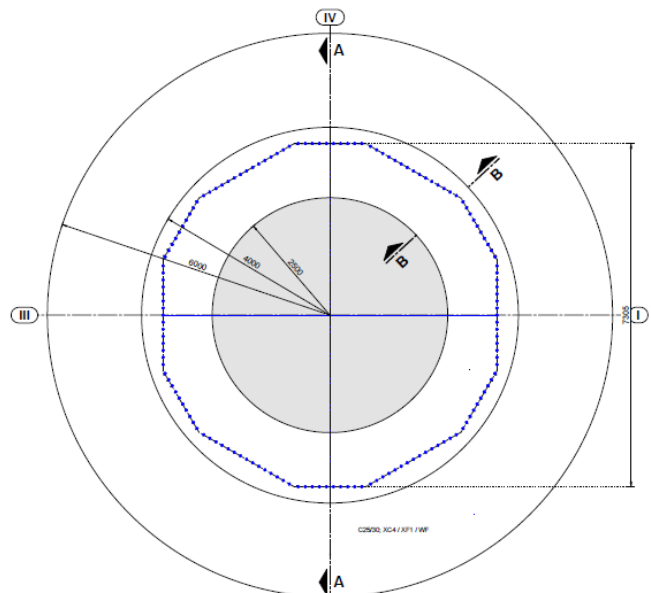
Dès lors, il fut indispensable de réaliser un nouveau concept structurellement satisfaisant, viable économiquement et efficace au niveau environnemental.

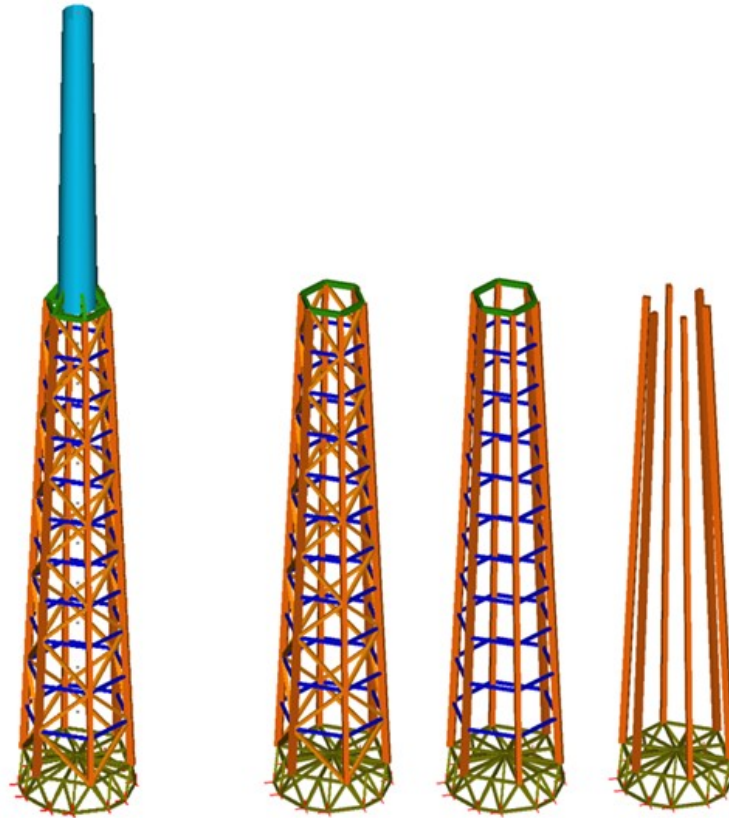


Nous travaillâmes alors avec le bureau d'études Ingébois Structures de Douai, partenaire de Goudalle Charpentes pour leurs projets de grandes structures.

Après avoir traité le problème géométriquement et pratiquement en considérant les conditions aux limites et les nécessités de service, il a été possible de dégager une structure de plus en plus dégagée, s'insérant sur la fondation existante du prototype en coque dodécagonale des allemands et tenant la route en ce qui concerne les efforts statiques.

Cependant les limites de ce bureau d'études sont apparues en juin 2017 lorsqu'ils convinrent qu'ils n'étaient ni équipés ni compétents pour traiter des calculs de descente de charges dynamiques. De plus leur solution demeurerait lourde structurellement et leur offre de service, onéreuse.





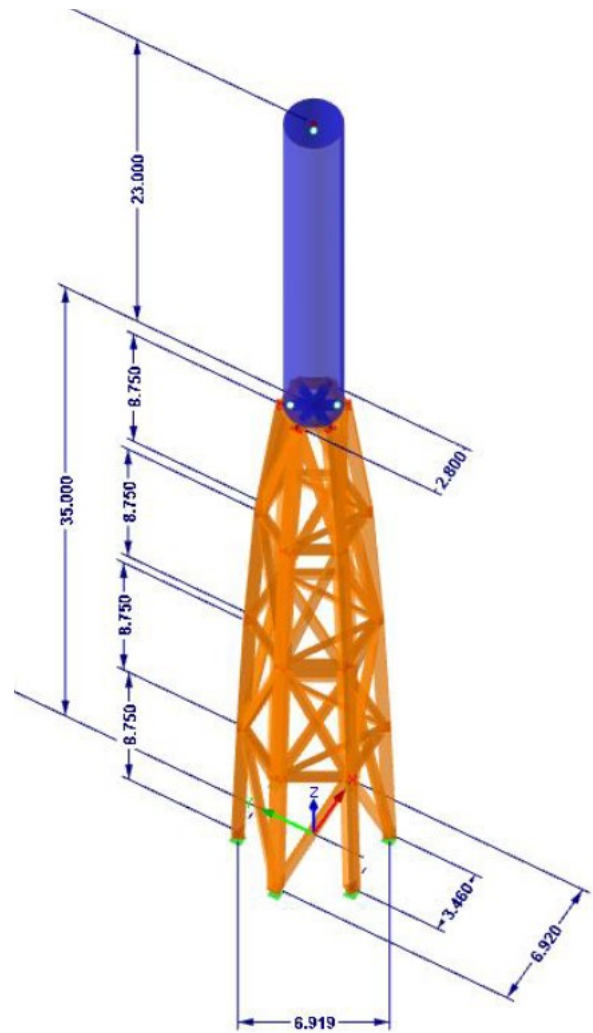
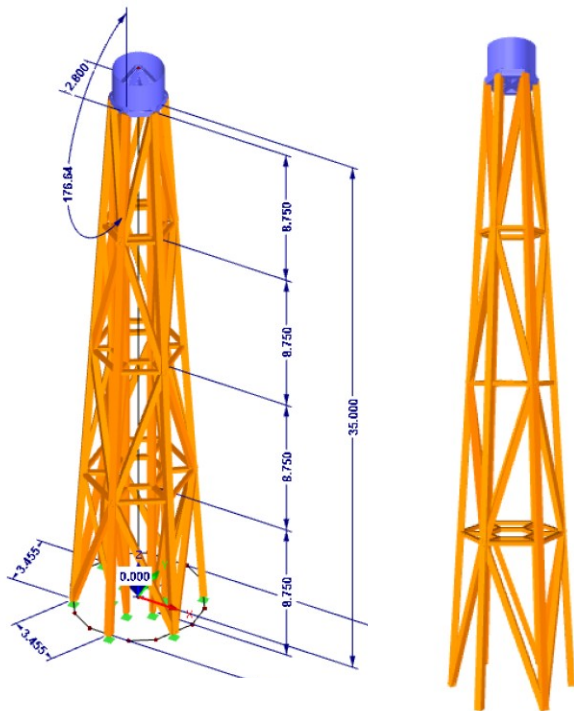
Le design se précise avec de nouveaux intervenants

A nouveau, nous devons changer de prestataire. Ayant pressenti cette fin de collaboration avec Ingébois, nous avons déjà prospecté en avril 2017 des bureaux d'études de charpentes bois connus pour leur portfolio de projets de grande envergure, aux cas de charges exceptionnels, et présentant une bonne expérience aux calculs de résistance en fatigue, aspect fondamental du projet de mât d'éolienne. La société InnoVent insiste sur la complexité du projet et tous les points sensibles à prendre en considération.

Deux acteurs se dégagèrent alors :

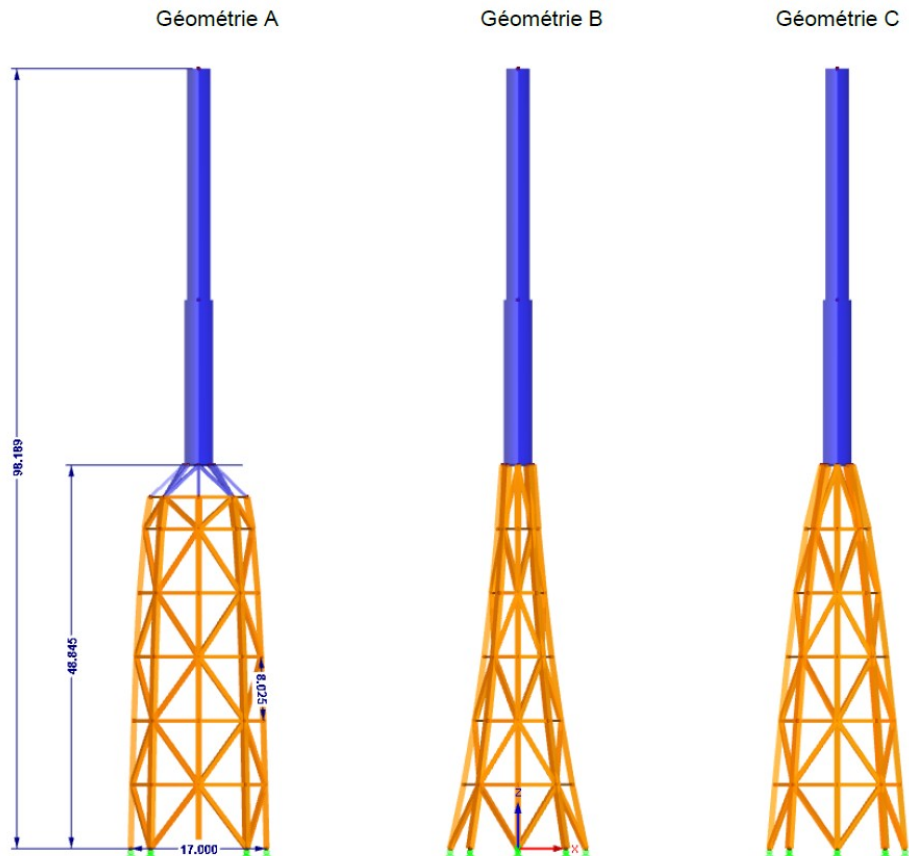
- Charpente Concept, bureau d'études savoyard connu pour ses réalisations exceptionnelles en bois telles le Refuge du Goûter à 3850 m d'altitude ou le Palais de l'Équilibre à Neufchâtel, mais aussi pour ses ouvrages industriels et de franchissement.
- Yohann Jacquier, ENS/ENSTIB, spécialiste bois travaillant alors aux chemins de fer suisses et capable de travailler en free-lance, méthode plus compatible avec une façon de développer innovante.

Après un dégrossissement des attentes et des conditions contractuelles, un accord est signé fin juillet 2017 avec Yohann Jacquier et dès le 2 août, une note d'hypothèse comportant la géométrie suivante à douze poteaux est proposée. **Très vite une optimisation géométrique à six pieds est développée, impliquant la mise en œuvre de sections de bois beaucoup plus élevées et d'éléments de noyaux intermédiaires.**



Le dimensionnement s'affinant, la tour commença à prendre les caractéristiques remarquables de notre concept de tour d'Essey-les-Ponts, notamment la courbure vers l'extérieur permettant un épaulement optimisé à la jonction bois-acier et une descente de charges verticalisée en pieds de poteaux.

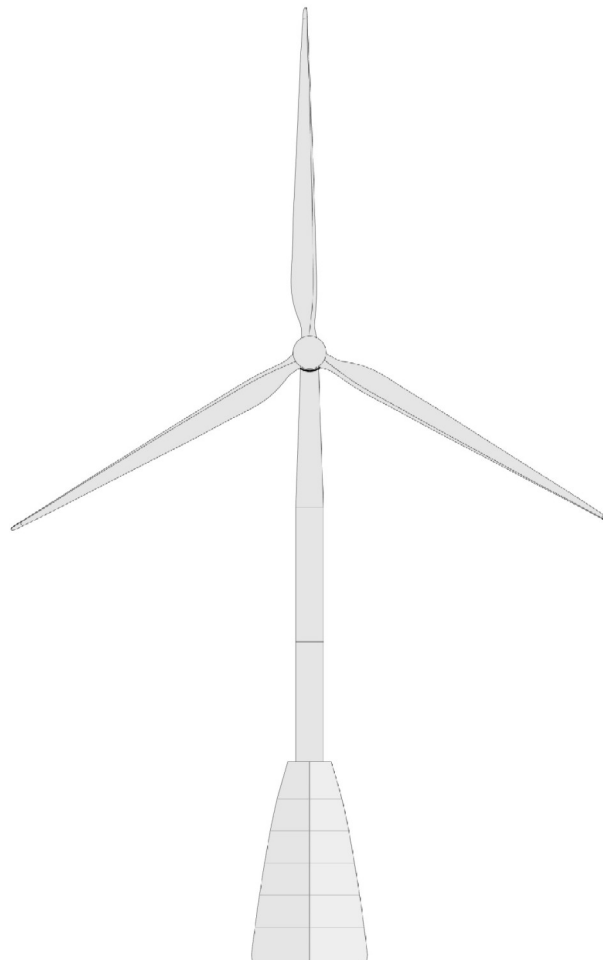
Fin octobre, début novembre 2017, InnoVent ajoute un projet parallèle pour adapter des mâts en bois à nos éoliennes SIEMENS SWT 3.2 113 sur des plots préparés en circonférence d'une fondation traditionnelle. Pour ce nouveau projet la recherche de forme nous amène à comparer plusieurs façons de dompter la courbe. Une approche polynômiale du cosinus hyperbolique est retenue, permettant la meilleure transmission d'efforts en tête du bois. **Ce nouveau projet est essentiel pour diminuer l'impact environnemental des fondations des éoliennes.** Les massifs ferrillés ne représentent plus que 112 tonnes de béton contre 875 tonnes de béton pour une fondation gravitaire traditionnelle.



En décembre 2017, nous reprenons à nouveau tout le design de la tour. Le grand point de développement suivant concerne les assemblages, et une grande concertation en même temps qu'un appel d'offres anticipé sont organisés avec les charpentiers susceptibles d'avoir l'envergure suffisante pour le projet. Les assemblages goujonnés/collés et par plaques brochées sont les deux principaux retenus. En parallèle, l'idée de conserver la fondation existante pour le prototype est abandonnée face à l'évidence d'une meilleure descente d'efforts lorsque l'entraxe des poteaux est augmenté. Ceci dans l'optique de réaliser le prototype qui sera la plus fidèle maquette des futurs mâts en bois d'Essey-les-Ponts où nulle contrainte de fondation préexistante n'existe. Mathis est le meilleur répondant et sera dès lors notre partenaire de charpente privilégié.

Depuis novembre 2015, de nombreuses solutions ont été proposées, imaginées et abandonnées. Enfin en janvier 2018, un design est accepté et un planning est dressé nous permettant de réaliser nos projets d'Argentan et d'Essey-les-Ponts dans le courant de l'année 2018. Cependant des délais supplémentaires dans les réalisations des notes d'assemblages et de pièce de transition n'ont pas permis de réaliser dans le délai convenu le prototype d'Argentan. En mars 2018, **Yohann Jacquier s'associe avec le bureau d'étude Baertschi Ingénieurs SA pour continuer à suivre avec plus de moyens le développement de la tour en bois.** La contrainte tarifaire (avec notre tarif E14) du 31 décembre 2018 s'approchant, nous décidâmes d'abandonner la réalisation du prototype et de donner toute priorité au projet d'Essey les Ponts, dont nous espérions que le développement allait être bien plus rapide du fait du travail de recherche déjà effectué pour le prototype. Au 1^{er} juin le dossier de consultation est lancé, au 3 juillet nous retînmes **Mathis Bois, concurrent le plus cohérent et compétent dans sa réponse, fort de sa collaboration depuis décembre 2017 sur le prototype.**

Une éolienne XE116 montée sur mât hybride bois/acier



Parc de la Haute Borne – 5 rue Horus – 59650 Villeneuve d'Ascq
Tél. 03 20 01 30 12 – Fax. 03 20 27 16 70
www.innovent.fr

DEMANDE DE SOUTIEN AUPRES DE L'ETAT FRANCAIS

En septembre 2018, nous présentions notre projet de mâts hybrides bois/acier à la DGEC qui nous a apporté leur soutien en nous octroyant un délai supplémentaire pour notre tarif E14 jusqu'au 30 avril 2019. La force majeure fut évoquée suite à tous les problèmes que nous rencontrâmes. (La DGEC est en train d'étudier notre dossier pour nous octroyer un nouveau délai de quelques mois.)

Malheureusement, de nouveaux retards dans les détails et notes d'assemblage cumulés à des problèmes de disponibilités de matériaux ont encore fait glisser l'échéance espérée, et nous fûmes incapables de proposer le nouveau design des mâts hybrides en bois à la DREAL de la Haute-Marne, avant le mois de novembre 2018. Mr Grégoire Verhaeghe, Président de la société InnoVent a rencontré des membres de la DREAL à cette période pour exposer notre projet, soutenu à l'époque par monsieur le Préfet Jean-Paul Celet.

Le 21 décembre 2018, suite aux indications de la DREAL et pour se mettre en conformité avec la loi, un porter à connaissance est envoyé à la DREAL de la Haute-Marne pour proposer ce nouveau concept révolutionnaire de tours en bois.

Le 26 février 2019, nous recevons un courrier de la DREAL qui juge l'évolution de notre projet de mât hybride bois/acier comme « substantielle » et donc irrecevable alors que cette même DREAL a accepté nos permis modificatifs pour des éoliennes avec des mâts en acier en 2016, et ces mêmes éoliennes avec des mâts tout en bois en 2017. Les mâts hybrides bois/acier changent un peu le design de l'éolienne sur les 35 premiers mètres uniquement.

Un rendez-vous est pris avec Mme la Préfète de la Haute-Marne, le 16 avril 2019, pour évoquer ce sujet et expliquer à Mme la Préfète combien ce projet a du sens. Au cours de ce rendez-vous, madame la Préfète ne veut rien entendre et nous a même écrit que « *nous déshonorons le monde éolien en plus de témoigner un profond mépris pour notre Etat de droit* ».

Il faut tout de même rappeler que nous faisons travailler une trentaine d'entreprises françaises sur ce projet dont la société Mathis. Son Président, monsieur Franck Mathis, est Président de la filière bois française et soutient notre projet. 205 m³ de bois français sont utilisés pour chaque pied de mât.

Hélas, nous ne gagnons pas non plus d'argent, avec ces premières éoliennes qui sont 1 000.000 euros plus chères par mât hybride. Par contre le bénéfice environnemental est immense car nous divisons par 8 la quantité de béton dans les fondations et nous diminuons de 100 tonnes la quantité d'acier nécessaire par éolienne. Ces chiffres traduisent une réelle diminution de la quantité de CO₂ passant de 816 tonnes de CO₂ pour un mât standard à 359 tonnes de CO₂ pour un mât hybride.

Nous tenons à souligner, à nouveau, le réel intérêt pour la filière bois en France mais aussi pour l'emploi, pour l'évolution technologique et pour les soucis environnementaux auxquels nous faisons face.



Ci-dessus, le 1^{er} mât hybride se trouve entre les éoliennes déjà installées et ne sera pas plus visible que cela.