

# windEXT

## Maintenance avancée, prolongation de durée de vie et repowering des parcs éoliens soutenus par des outils numériques avancés

Bulletin d'information Édition 5, mai 2022

### Aperçu du projet

Lancé en janvier 2020, **windEXT** est un projet ambitieux financé par l'Europe. L'objectif du projet est de développer et standardiser des formations spécialisées intégrant des outils numériques comme la Réalité Virtuelle ou des visites vidéo 360° en complément des méthodes théoriques classiques. En outre, le projet est une intégration avancée de partenaires de profils et d'expériences différents pour faciliter l'échange de connaissances entre les universités, les centres de formation professionnelle et les entreprises privées, dans un modèle qui est maintenant en place dans un certain nombre de pays pour faciliter l'employabilité des étudiants sortant des deux types de centres.



L'objectif de cette approche est de réduire le LCOE des parcs éoliens en exploitation, existants ou nouveaux, en augmentant la qualité des services O&M tout en prolongeant la durée de vie des actifs

et les conditions de travail HSE du personnel de maintenance. Ce projet de trois ans se terminera en décembre 2022.

Après bientôt deux ans depuis son démarrage en janvier 2020, le projet a permis le développement d'un parcours de formation basé sur une plateforme MOODLE où tous les contenus sont intégrés ainsi que les différents outils numériques présentés ci-dessous. L'intention du consortium est de promouvoir l'utilisation soit du cours dans son ensemble, soit de certains modules ou outils indépendants, servant toujours de base pratique à l'enseignement théorique.

Le projet **WindEXT** reçoit un financement dans le cadre du programme ERASMUS + de l'Union européenne.

La structure de **WindEXT** est basée sur quatre sections et chaque section a des modules différents. Les sections sont :

1. Introduction à la technologie éolienne
2. Entretien
3. Prolongation de la durée de vie et repowering
4. Outils numériques

Available sections of WindEXT Course

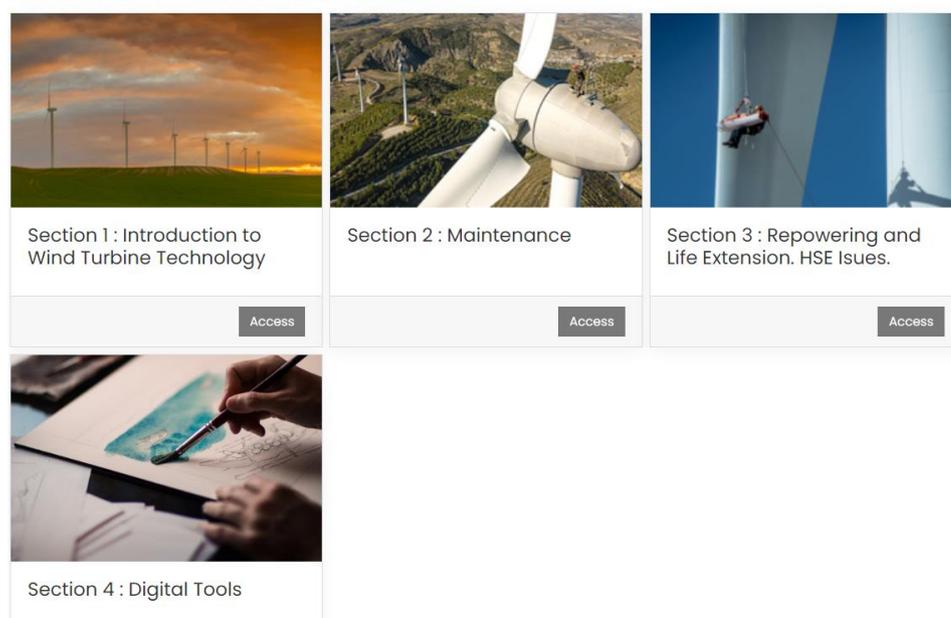


Image 1 : aperçu de la structure du cours sur Moodle

Parmi les outils numériques, **WindEXT** présente : **WExSiM**, **WExLaB**, **WExViR** et le logiciel 'Failure Tree' **CaDWEEx** et une nouvelle version de SimulWIND.

Grâce à l'outil **WExSiM**, différents scénarios peuvent être reproduits dans un logiciel de simulation 3D. **WExLaB**, montre aux étudiants les concepts de base et la conception d'une éolienne. En particulier, la conception des éoliennes est expliquée à l'aide de MATLAB Simulink®. **WExViR**, présente les différents domaines de la maintenance (préventive, corrective et prédictive) des éoliennes à travers l'outil H5P. Enfin, le logiciel **CaDWEEx** "Failure Tree" permet, grâce à une fonction mathématique, de prendre en entrée un ensemble de données et d'obtenir en sortie l'évolution du vieillissement dans le temps des composants de la machine.

[Etat du projet](#)

Après environ deux ans et demi de projet, le développement est en grande partie achevé. Nous avons également lancé le premier test pilote et testé de manière approfondie le module **WExSiM**. De plus, nous avons présenté le module **WExSiM** et la nouvelle version de SimulWIND au public à Wind Europe à Bilbao sur le stand de notre partenaire de projet AEE.

Pour le logiciel 'Arbre de défaillance', nous avons développé un quatrième module appelé **CaDWEx**.

Nous attendons avec confiance le dernier semestre de notre projet **WindEXT** et sommes optimistes quant à sa capacité à le mener à bien en fonction des résultats attendus.

### L'avancement du projet

Tout le contenu du projet **WindEXT** sera dans la plateforme MOODLE, du contenu théorique aux outils numériques, à l'exception de **WExSiM**, qui sera accessible en externe.



Image 2 : structure de notre cours **WindEXT**

### **WindEXT. Outil numérique: WExSiM**

La simulation s'exécute sur l'Oculus Quest 2. Nous avons maintenant terminé 5 procédures de formation, qui peuvent être consultées sur notre page d'accueil [www.windext.com](http://www.windext.com) et sur notre chaîne YouTube® **WindEXT**. Les 5 scénarios de formation sont :

- Maintenance et remplacement d'un lecteur de lacet •
- Blocage de l'arbre de grande vitesse.
- Évacuation depuis l'ascenseur de service
- Fonctionnement de la clé dynamométrique hydraulique
- Remplacement du fusible de l'armoire haute tension

Cette partie du projet est terminée dans son développement et nous attendons maintenant les retours des tests pilotes afin d'améliorer et d'optimiser les scénarios individuels en conséquence.

## WindEXT. Digital Tool: nouvelle version de SimulWind

WindEXT a développé une nouvelle version de SimulWind qui permet au logiciel d'être utilisé dans quatre Googles VR: Vive PRO, Vive Pro 2, Oculus Rift et Oculus Quest 2. Cela permet déjà à 13 centres de formation professionnelle en Espagne d'utiliser maintenant SimulWind comme outil de formation.

## WindEXT. Section 1: Introduction à la technologie éolienne. Outil numérique :

### WExLaB

La première section de MOODLE, « Introduction à la technologie des éoliennes », est divisée en sept modules :

- Introduction aux composants de l'éolienne
- Conception d'un rotor d'éolienne
- Analyse de charge d'une éolienne
- Exploitation et contrôle d'une éolienne
- Critères de disposition et de conception des composants du parc éolien
- Analyse de la fiabilité, des pannes, des pannes et de l'arbre de pannes
- Modèles contractuels

L'objectif de ces sections est de familiariser les participants à la formation avec les différents aspects et défis technologiques liés à l'éolienne. Le cours vise à répondre aux principales questions auxquelles nous sommes confrontés lorsqu'on débute dans le domaine de l'exploitation et de la maintenance des éoliennes.

L'outil numérique associé à cette section est WExLaB. Ce logiciel intègre le code source OpenFAST avec une application MATLAB autonome en tant qu'interface utilisateur graphique. Nous avons développé 4 parties de logiciel :

- Analyse au niveau du système
- Analyse modale
- Analyse de charge
- Exploitation et contrôle de l'éolienne

L'analyse au niveau du système et l'analyse modale ont été décrites dans le quatrième bulletin.

### Analyse de charge

Calculer la charge sur chaque pale et comprendre les différents paramètres de l'éolienne qui peuvent modifier la charge sur la pale ou le mât est l'objectif principal de cette partie du logiciel de simulation. Dans cette partie du logiciel, en plus de la charge sur chaque lame, les performances de la lame ou  $C_p-\lambda$  peuvent être calculées. Cette partie du logiciel est encore en construction.

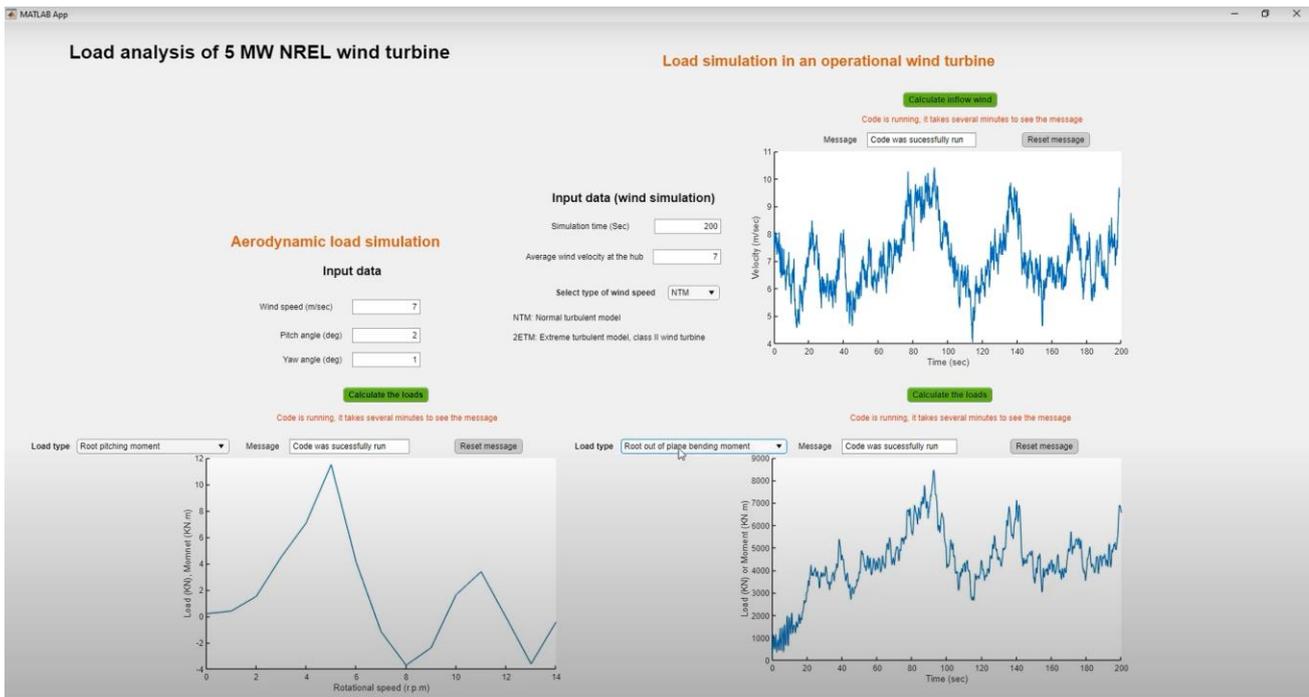


Image 3 : Analyse de charge

### Fonctionnement et contrôle de l'éolienne

Cette partie de la suite logicielle montre comment l'éolienne est contrôlée sur toute sa plage de fonctionnement de la vitesse du vent. Le couple de pale et l'angle de pas de pale peuvent être calculés pendant le fonctionnement de l'éolienne. Cette partie du logiciel est encore en construction.

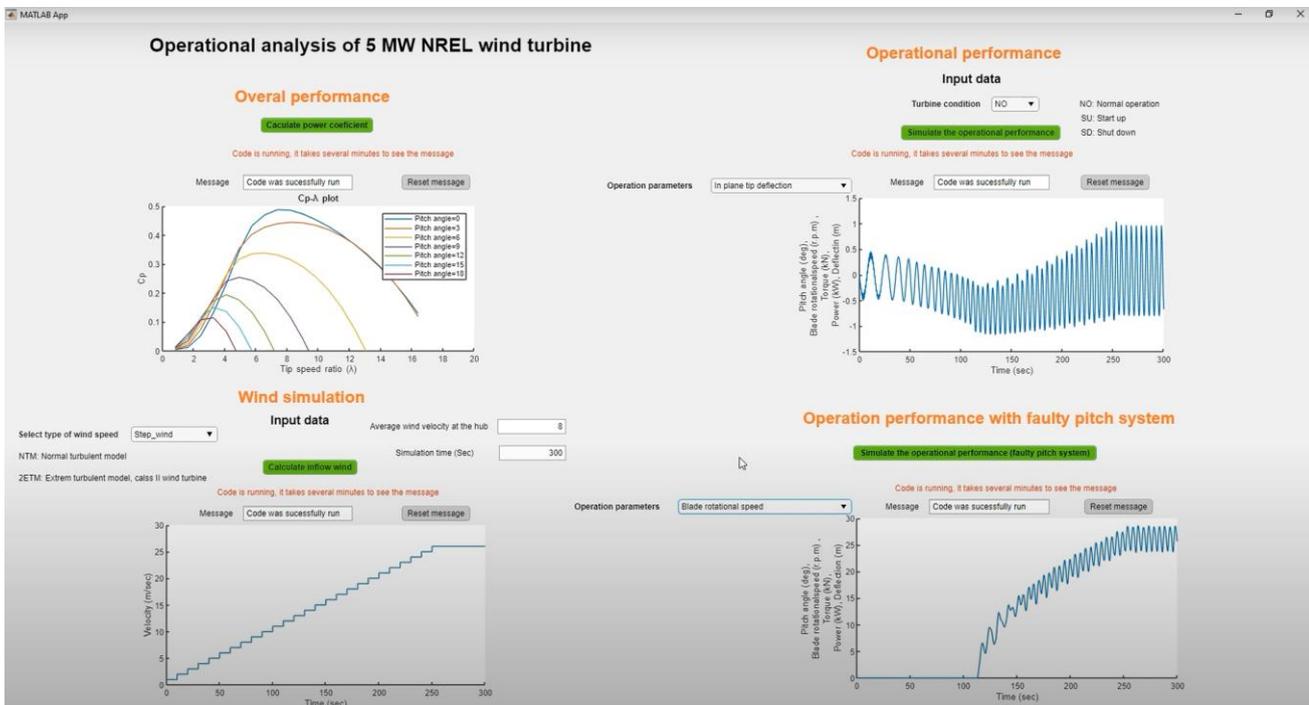


Image 4 : Analyse du fonctionnement

### WindEXT. Outil numérique : Arbre des défaillances CaDWEx

CaDWEx (Cascade Damage Explorer) est un logiciel qui permet d'explorer les chaînes d'endommagement d'un composant spécifié dans le domaine de l'analyse par arbre de défaillance. Et comme exemple, il se concentre sur la boîte de vitesses. Tous les défauts possibles ont été analysés et répertoriés. Les défauts suivants ont été définis pour chaque défaut individuel avec des

numéros suivants comme on peut l'observer dans les tableaux ci-dessous, de sorte qu'un arbre de défaillance complet a été créé. À l'aide de cet arbre de défaillances, les étudiants peuvent désormais en savoir plus sur les défauts et sur la manière dont les défauts individuels se développent dans la boîte de vitesses d'une éolienne au fil du temps. Le matériel d'apprentissage doit également montrer quand et comment réagir correctement aux défauts respectifs. Le logiciel s'adapte facilement à d'autres composants si l'information sur l'évolution du défaut est fournie.

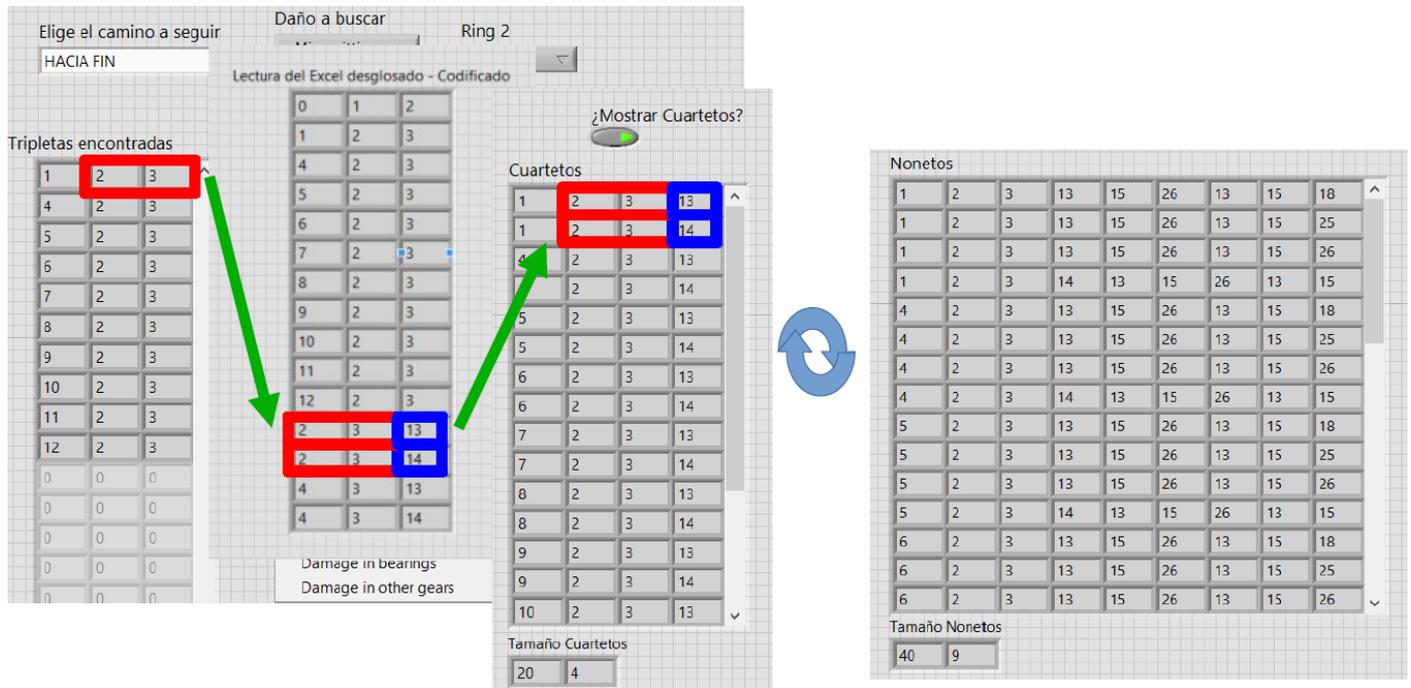


Image 5 : analyse de la cascade de défaillances

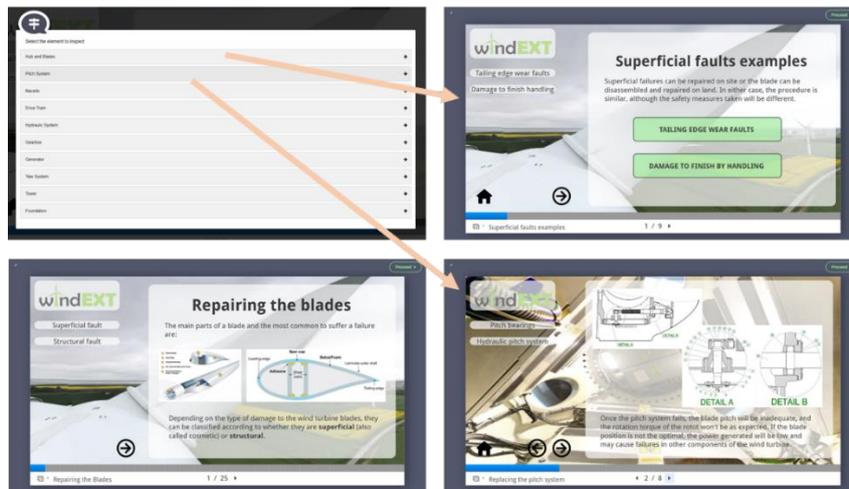
## **WindEXT. Section 2: Maintenance : Outil numérique : Réalité Virtuelle WExViR**

Dans la deuxième partie du cours, les étudiants apprennent les différentes approches des stratégies de maintenance. Cela comprend la maintenance préventive, corrective et prédictive. Le matériel pédagogique théorique de chaque section est disponible sur la plateforme Moodle.

Grâce à l'outil numérique WExViR, les concepts théoriques de cette section peuvent être mieux assimilés en utilisant des contenus interactifs qui permettent une approche plus conviviale que le matériel écrit traditionnel, développé dans H5P en tant qu'outil guidé. En outre, des visites virtuelles ont été développées à travers une éolienne avec des images à 360° en utilisant également l'outil H5P, dans ce cas comme un outil de déplacement qui permet une utilisation plus indépendante, pour que les étudiants aient un aperçu complet des différents Procédures de maintenance.

# WExViR

Guided tool



# WExViR

360° Move around tool



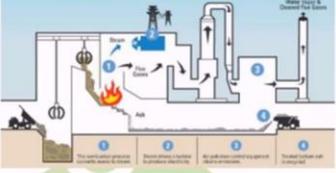
Photo 6 : impressions de l'outil WExViR

## WindEXT. Section 3: Prolongation de la durée de vie, Refiting, Repowering : Vidéos interactives.

DP2i a développé différentes vidéos de formation sur le sujet, avec comme particularité l'interactivité. Lors de la dernière réunion à Bilbao, la première vidéo et sa fonction d'interactivité ont été présentées. Le développement a été fait avec la collaboration de différents éducateurs et enseignants. Après approbation des différents membres du consortium, les vidéos restantes seront enregistrées pour compléter le contenu du cours.

### Energy recovery from blade incineration

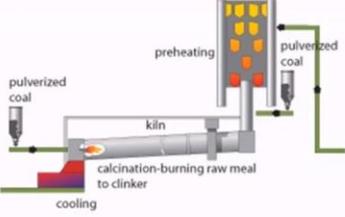
**Incineration** consumes polymer but leaves glass fiber behind.



Source: University of Cork



### Cement co-processing



- Consumes polymer and E-glass
- Substitute 1000kg blade waste= 600 kg coal

© Your Company



- Waste
- Blades
- Composites
- Recycling
- Mechanical [↗](#)
- Thermal [↗](#)
- Chemical [↗](#)
- Reusing
- 2nd Market [↗](#)
- Energy rec. [↗](#)

Image 7 : Vidéo de formation interactive

## Essais pilotes

Le premier test pilote a été réalisé à Pampelune au centre TESICNOR.

Les étudiants du Centre National de Référence pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique (CENIFER) ont testé **WExSIM**, le simulateur de Réalité Virtuelle de **WindEXT**.

Les étudiants du CENIFER ont dédié deux sessions pour identifier des améliorations dans les expériences qui recréent l'activité de travail de la filière éolienne. Les retours reçus ont été très satisfaisants. "C'est bien réel, vraiment", reconnaît Diego Salinas, étudiant en deuxième année de DUT Énergies renouvelables qui travaille depuis quatre ans dans des parcs éoliens. Sa compagne, Verónica Aceña, convient que grâce à la réalité virtuelle "vous pouvez voir très clairement le travail que vous avez à faire et les risques que vous pouvez avoir".



Photo 8: étudiants effectuant un test pilote à Pampelune

Les prochains tests pilotes auront lieu chez Renewable Skills & Consultant GmbH en Allemagne, chez INESTEC au Portugal et chez TUDelft aux Pays-Bas.

D'autres tests mineurs ont été effectués par d'autres partenaires comme à Catarroja (Espagne) où Simulwind et WExSim ont été testés par les enseignants de huit centres de formation professionnelle sur l'industrie éolienne de la région autonome de Valence en Espagne. D'autres

tests mineurs seront effectués dans les prochains mois à León (Espagne) et Lleida (Espagne), et nous cherchons à faire un test en France.

### WindEXT participe à l'événement annuel WindEUROPE 2022 à Bilbao

WindEXT était présent à l'événement annuel WindEurope qui s'est déroulé à Bilbao du 5 au 7 avril 2022. Tous les participants au salon ont pu essayer WExSIM et SimulWIND, le simulateur virtuel, sur le stand AEE. De plus, le 6 avril, tout le consortium WindEXT était présent sur le stand pour présenter le projet et répondre aux questions des participants.



Image 9 : les visiteurs du salon testent WExSIM

La TU Delft était également présente à l'événement et à l'exposition annuels WindEurope à Bilbao pour promouvoir le projet WindEXT et le pilote de la plate-forme Moodle.



Image 10 : Simon Watson (TUDelft) explique WindEXT

### Réunions de projet

#### Quatrième réunion, 6 avril 2022, Bilbao

Notre quatrième réunion de projet transnational a eu lieu le 6 avril au salon Wind Europe à Bilbao. Après la pandémie de Corona, notre partenaire de projet UTEC d'Uruguay a également pu assister à la réunion en personne

Plus des deux tiers de la durée du projet se sont écoulés et le développement des modules individuels est presque terminé. Nous avons discuté des derniers détails de chaque module lors de

la réunion de projet. De plus, des préparatifs ont été faits pour d'autres tests pilotes afin qu'ils puissent être réalisés en mai et juin 2022. Le module WExSiM, qui est déjà terminé, a déjà été largement testé par les partenaires du projet à l'aide des lunettes VR. Comme à chaque réunion, les questions administratives ont également été discutées et un traitement rapide a été demandé.



*Photo 11 : consortium du projet à la réunion du projet à Bilbao*

Dans l'ensemble, nous sommes très satisfaits de l'avancement de notre projet et sommes heureux de pouvoir présenter les résultats au public.

### Diffusion et Valorisation des résultats du projet

Sur le site web du projet [www.windext.com](http://www.windext.com), tous les résultats seront publiés. Il y aura également 6 newsletters publiées pendant le projet. Si vous êtes intéressé par ces newsletters, vous pouvez vous inscrire dans notre base de données à [info@windext.com](mailto:info@windext.com) pour recevoir automatiquement les newsletters. Enfin, le projet a son propre canal Twitter. Suivez [@Wind\\_EXT](https://twitter.com/Wind_EXT) et vous serez informé de l'état actuel du projet.

### Consortium de projet

Un consortium d'acteurs européens clés de l'industrie éolienne (associations d'entrepreneurs et sociétés de maintenance), des universités et des centres de formation professionnelle se réunissent pour créer la formation de référence WindEXT.

La présence de l'UTEC/CEFOMER d'Uruguay est considérée comme fondamentale pour adapter le contenu à un autre scénario sociologique/juridique comme les pays LATAM

**Chef de projet:**  
Asociation Empresarial Eolica (AEE)



## Partenaire du projet



Web: [www.windext.com](http://www.windext.com) | E-Mail: [info@windext.com](mailto:info@windext.com) | Twitter: @Wind\_EXT