

Logiciel WindPRO

Description des modules



BASE

BASIS

Le module BASIS est indispensable à l'utilisation des autres modules de calcul. Il héberge des composants essentiels comme :

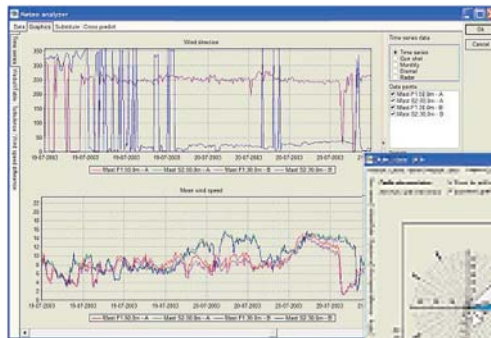
- Le gestionnaire de projets, appelé Projets Explorer, qui est un puissant outil de recherche et de classement de vos projets.
- La bibliothèque d'éoliennes qui est le catalogue d'éoliennes le plus complet au monde. Elle contient des données sur plus de 800 machines qui ont été collectées au fil du temps par EMD. La bibliothèque est mise à jour en permanence et l'utilisateur peut la compléter avec ses propres informations.
- Le gestionnaire des cartes qui permet l'importation de cartes scannées, téléchargées sur Internet, ou issues de toute autre source numérique sur lesquelles seront placés les objets contenant les données du projet.
- Le gestionnaire des objets utilisés pour entrer les données du projet nécessaires aux calculs et le gestionnaire des calques permettant d'organiser efficacement ces objets.
- Des outils spécialisés pour différentes tâches telles que : la numérisation des courbes de niveau (basée sur la reconnaissance de leur couleur), leur nettoyage et leur optimisation ; la visualisation (simple) du terrain avec les éoliennes et les mâts de mesure ; l'examen des pentes à l'aide de coupes de terrain ; les copies d'écran avancées permettant l'intégration de légendes et le choix des réso-

lutions, etc.

- Le service Données-Online qui donne libre accès à des données altimétriques couvrant presque le monde entier (source SRTM et autres), à des données de rugosité issues de différentes sources d'images satellitaires (couvrant toute la planète) et à des cartes.
- Des outils d'exportation dans Google Earth permettant, par un simple clic de souris, de visualiser avec un rendu réaliste les éoliennes d'un parc, de superposer des photomontages au paysage Google Earth ou de le draper en utilisant une carte des ressources de vent, par exemple. Il est également possible d'importer des fichiers Google Earth .kmz dans WindPRO.
- Des outils permettant d'exporter et d'importer facilement des fichiers au format Shape ou des données GPS.



PRODUCTIBLES



METEO

Le module METEO a deux fonctions :

- L'importation, l'analyse et la présentation des mesures de vent,
- Le calcul du productible d'une éolienne à partir des mesures sur site (sans utiliser un modèle d'écoulement, tel que WASP).

Les qualités de METEO pour l'examen des mesures de vent sont largement reconnues. Il est possible de lire la plupart des données de vent, de les récupérer à partir de séries temporelles ou de tables de fréquence et d'extraire leurs paramètres de Weibull. On peut inspecter visuellement une série en la représentant graphiquement sous forme de nuage de points, de rose, de distribution, etc. et on peut comparer des séries issues de différentes hauteurs de mesure en les représentant conjointement sur ces mêmes graphiques. Les données erronées peuvent être sélectionnées et ignorées à l'aide de filtres ou directement sur les chronogrammes. Les fichiers issus des stations d'acquisition des principaux fabricants sont importés facilement dans METEO. Après leur examen et leur nettoyage les mesures peuvent être utilisées pour la génération de « statistiques éoliennes » (vent débarrassé des effets du terrain) avec le module MODELE et le logiciel WASP.

METEO propose aussi un outil permettant d'examiner le profil vertical du vent (par secteur, le jour, la nuit, par saison, etc.), de le comparer avec ce-

lui calculé par WASP et d'extraire les données de cisaillement qui peuvent être copiées/collées dans un tableur comme Microsoft Excel.

METEO propose un autre outil, appelé METEO-ANALYSER, qui permet de comparer graphiquement les données issues de plusieurs mâts de mesure, de faire des substitutions croisées de données entre différentes hauteurs et/ou de différents mâts et de vérifier par des contrôles croisés entre différentes hauteurs et/ou des différents mâts la qualité des modèles de prévision.

Le METEO-ANALYSER permet aussi de générer des séries temporelles issues des mesures ou de fichiers .WTI adaptées à d'autres calculs comme la distribution temporelle de la puissance d'un parc, par exemple.

MODELE

Ce module fait le lien entre l'application de modélisation du vent WASP et le module PARK pour les calculs de productible. Il sert également à faire l'interface avec les applications CFD de modélisation du vent auxquelles il fournit les données nécessaires aux calculs et à partir desquelles il récupère les résultats sous forme de cartes des ressources de vent. Enfin il propose le modèle ATLAS d'EMD.

Création d'une statistique éolienne (WASP) :

A cet effet, la description du terrain – orographie, rugosité et obstacles – se fait en utilisant des objets Lignes, Surfaces et Obstacles puis elle est transmise à WASP via un objet Site. Les données de vent sont transmises à WASP par l'objet Meteo ou par le module MCP.

Productibles (annuels avec WASP) :

Les productibles, en un même point, peuvent être calculés pour plusieurs types d'éoliennes à la fois en une seule opération. A cet effet, la même description du terrain que précédemment est utilisée en combinaison avec une statistique éolienne.

Calcul d'une carte des ressources éoliennes (avec WASP) : la même description du terrain que précédemment est utilisée en combinaison

avec une ou plusieurs statistiques éoliennes. Sa délimitation, quelconque, se fait avec un objet Aire-parc. La carte résultante peut être visualisée sur le fond de carte de travail et elle s'utilise comme entrée d'un calcul PARK ou pour l'optimisation de la disposition d'un parc avec OPTIMIZE.

Fonction CFD PRE/POST :

Cette fonction a pour objet le traitement des données entrantes et sortantes des applications CFD.

Le PRE-traitement fait appel aux mêmes données que pour les calculs de statistiques éoliennes avec WASP. Le POST-traitement fait appel à la carte des ressources calculée par l'application CFD et à une autre carte des ressources se rapportant au même site pour comparaison.

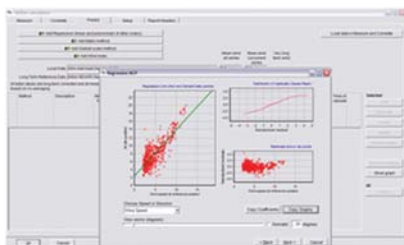
Calculs avec ATLAS :

ATLAS est un modèle d'écoulement utilisable en terrain simple. La description du relief (simple) et de la rugosité se fait par secteur. Il est adapté à l'étude de petits projets simples où la rapidité et un coût réduit priment. ATLAS requiert des statistiques éoliennes.

ATLAS est intégré à WindPRO et ne nécessite aucun logiciel complémentaire. ATLAS peut être utilisé pour calculer le productible d'une éolienne isolée ou comme entrée pour un calcul avec PARK.

MCP

Le module MCP (Mesure-Corrélation-Prévision) a pour objet de corriger les mesures de vent, à partir de données de référence, pour les rendre représentatives du long terme.



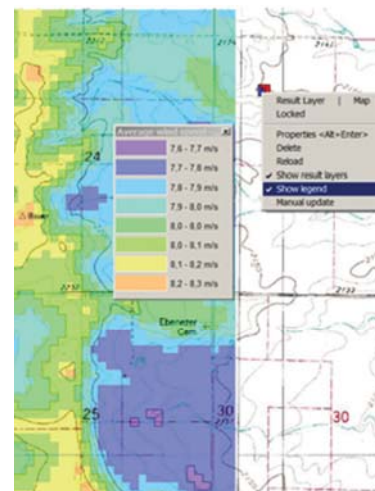
A cet effet, WindPRO propose

les quatre méthodes les plus communément utilisées : Régression linéaire, Matricielle, Ajustement des paramètres de Weibull et Indicielle. Le module MCP donne accès aux données de référence suivantes : NCEP/NCAR depuis 1948 jusqu'au mois précédent la date courante pour l'ensemble de la planète avec une résolution de 2,5°, NARR (couvrant l'Amérique du nord avec une résolution de 32 km), QSCAT (données satellitaires offshore de résolution variable disponibles jusqu'à l'arrêt de la mission fin 2009), METAR (issues de 5000 aéroports du monde entier), SYNOP (issues de 7000 stations synoptiques du monde entier). Ces données peuvent être téléchargées directement dans un objet Météo et utilisées pour les corrections à long terme. Le résultat final d'un calcul avec MCP est, en général, une statistique éolienne générée avec WASP à partir de la description du terrain et des mesures corrigées, qui sera à son tour utilisée pour le calcul de productibles ou de cartes de ressources. Le résultat peut aussi être récupéré sous forme de série temporelle couvrant la période des données de référence. Un des points forts de MCP est la possibilité de comparer graphiquement, pour la période de recouvrement, les mesures avec les mesures reconstituées à partir des données de référence afin de juger la qualité de la fonction de transfert calculée par MCP.

PARK

Le module PARK sert à calculer les productibles de un ou plusieurs parcs éoliens. Il se caractérise par sa très grande flexibilité d'utilisation. En effet, on peut introduire des éoliennes nouvelles, existantes, de différents types, de différentes hauteurs puis calculer le productible en une seule opération. Dans les rapports, il est possible de distinguer le productible des nouvelles éoliennes et celui des éoliennes existantes, de faire apparaître les réductions de production des machines existantes qui seraient induites par les nouvelles, etc. Le système de calques utilisé par WindPRO permet de comparer très rapidement différentes implantations. Le module PARK offre plusieurs modèles de sillage et de turbulence ainsi qu'un outil de calcul du RIX. Le rapport PARK présente les distributions journalières et mensuelles

moyennes de la production et de la puissance. Ces distributions, les caractéristiques du vent au niveau de chaque éolienne et les pertes dues aux sillages peuvent être exportées sous forme de fichiers exploitables avec Excel par exemple. Cela ouvre de nouvelles possibilités d'analyse des productibles. Enfin, PARK propose une fonction appelée PPV permettant de calculer les données nécessaires à la vérification de la courbe de puissance d'un parc éolien.



PERTES & INCERTITUDES

Le module PERTES & INCERTITUDES vient compléter le module PARK, en traitant certains aspects non considérés dans ce dernier, afin de livrer une étude directement exploitable par un investisseur.

PERTES & INCERTITUDES permet à l'utilisateur d'estimer les pertes qui viendront réduire le productible. Cette estimation se fonde sur une liste exhaustive des pertes, classées par nature, établie conformément aux recommandations faites par un comité international d'experts. Ainsi, avec ce module on peut estimer les pertes dues à l'hystérésis des couplages aux hautes vitesses de vent, les pertes dues aux bridages, etc. Si le terrain a un relief très marqué, l'emploi de WASP, en dehors de son domaine d'utilisation, conduit à des erreurs systématiques qui peuvent être corrigées automatiquement en appliquant la « correction RIX » à partir des valeurs RIX calculées dans PARK.

PERTES & INCERTITUDES permet aussi à l'utilisateur d'estimer les incertitudes sur le productible d'un projet qui a leur tour permettent à l'investisseur d'évaluer le risque. Les incertitudes sont présentées sous forme de P50, ..., Pxx, ..., P95 qui sont les productions dont la probabilité d'être dépassée est de 50%, ..., xx%, ..., 95%. Les causes d'incertitude sont groupées en fonction de leur nature. L'incertitude principale, résultant des extrapolations verticales et horizontales des vitesses du vent, peut être calculée à partir de propositions se fondant sur la très grande expérience acquise par EMD dans l'étude de projets dans le monde entier. Les incertitudes résultant des courbes de puissance peuvent être calculées conformément à norme IEC61400-12.

OPTIMIZE

Le module OPTIMIZE met en œuvre trois méthodes qui peuvent être combinées ou utilisées séparément.

A : l'optimisation des dispositions géométriques (éoliennes en rangées parallèles en offshore par exemple, mais aussi en arcs de cercle, etc.). Dans ce cas, la disposition géométrique est conservée et l'optimisation agit, au choix, sur l'orientation, les distances entre les éoliennes, entre les rangées, etc. On peut délimiter la surface sur laquelle doit être effectuée l'optimisation. Une fois la meilleure disposition établie, on peut très rapidement calculer les productibles, les nuisances sonores, l'impact visuel, etc. Les résultats de l'optimisation peuvent être copiés dans une feuille de calcul pour déterminer l'implantation la plus économique.

B : l'optimisation de la disposition des éoliennes sans autre contrainte que le respect des zones allouées au parc éolien. Des surfaces interdites peuvent être définies manuellement ou importées à partir de fichiers Shape. Des bandes tampon peuvent également être définies pour respecter une distance minimale avec le voisinage.

C : l'optimisation du bridage des éoliennes afin de respecter les contraintes réglementaire sur les nuisances sonores.

ENVIRONNEMENT

DECIBEL

Avec DECIBEL l'estimation des nuisances sonores est devenue une tâche aisée. Le

calcul peut intégrer des éoliennes existantes, on peut calculer le bruit en un point déterminé ou calculer le bruit au point le plus affecté d'une zone délimitée et il est possible d'entrer le bruit résiduel mesuré afin de calculer les émergences dues aux éoliennes. DECIBEL propose, également, des modèles de calcul prédéfinis per-

mettant de vérifier la conformité avec les réglementations de plusieurs pays. Avec DECIBEL, on peut aussi visualiser à l'écran la modification des isophones en temps réel quand on déplace les éoliennes, cela permet de réaliser très rapidement une première optimisation de la disposition des machines.

SHADOW

Le module SHADOW permet de calculer la durée annuelle du papillotement des ombres projetées par une ou plusieurs éoliennes en un point ou sur une surface donnée. Préalablement, un calcul de visibilité est fait, à partir de la surface étudiée, afin d'éliminer du calcul les éoliennes invisibles. Deux types de durées peuvent être calculés: la durée dans le pire des cas et la durée probable qui prend en compte les statistiques climatiques du lieu étudié. Le calcul génère pour chaque lieu étudié et pour chaque éolienne un calendrier indiquant les dates et les heures où les papillotements peuvent se produire. Les résultats peuvent être exportés pour être utilisés par le système de contrôle des éoliennes.

VISUALISATIONS

PHOTOMONTAGE

Le module PHOTOMONTAGE permet de visualiser, de façon réaliste ou sous leur forme flaire, les éoliennes d'un futur parc à partir d'une photo (normale ou panoramique) du paysage. Si elles sont disponibles dans le fichier de la photo, ses propriétés (longueur focale, heure, date et coordonnées de la prise de vue) sont utilisées automatiquement. La possibilité d'afficher la ligne d'horizon ou d'utiliser des points de repère permet de faire un photomontage précis. Les photomontages sont indispensables pour la constitution des dossiers de demande de permis, mais ils permettent aussi d'évaluer les différentes dispositions d'un parc d'un point de vue paysagiste.

ANIMATION

Après la création d'un photomontage, trois clics de souris supplémentaires suffisent pour animer les éoliennes à l'écran avec des vitesses de rotation conformes à la réalité ainsi qu'avec leur lumière de balisage aviation. L'animation peut être exportée en format GIF ou en d'autres formats adaptés à la publication sur Internet. Avec ANIMATION il est très facile de donner une perception réaliste d'un parc en fonctionnement.

RÉSEAU ÉLECTRIQUE

eGRID

Le module eGRID permet de calculer: 1) les pertes électriques annuelles dans les câbles et les transformateurs à partir des conditions de vent; 2) le taux de charge des câbles et des transfos afin de vérifier leur dimension-

ZVI (Zones d'Impact Visuel)

Le module ZVI permet d'analyser la visibilité des éoliennes d'un parc (ZVI standard) ou la visibilité des parcs (impact cumulé) depuis une zone définie. WindPRO permet d'introduire la hauteur de la végétation ou des villages ainsi que les obstacles pouvant masquer les éoliennes. L'utilisateur peut également définir une distance au-delà de laquelle les éoliennes sont invisibles.

En plus, le module ZVI intègre une fonction Radar. Elle permet de cartographier les zones d'aménagement d'un parc où les éoliennes seront invisibles des radars. Si les éoliennes sont déjà positionnées, elle permet de calculer la hauteur de leur partie visible et la marge disponible pour celles qui sont invisibles.

IMPACT

Le module IMPACT réunit, en une seule page, les résultats de DECIBEL, SHADOW, ZVI et PHOTOMONTAGE calculés en un point défini. Ce module peut être utilisé pour présenter, individuellement, à chaque riverain les nuisances qu'il subirait si le parc éolien était construit.

3D-ANIMATOR

Le module 3D-ANIMATOR est une application de réalité virtuelle qui permet de visualiser artificiellement un projet éolien (avec les maisons, la végétation, etc.). Le paysage est créé artificiellement en reconstituant le relief à partir des courbes de niveau et en le drapant avec une photo aérienne ou avec les textures disponibles dans la bibliothèque WindPRO. Une fois la création terminée, on peut se déplacer librement entre les éoliennes en rotation. Les déplacements peuvent être commandés à partir du clavier, de la souris ou d'un joystick. La présentation virtuelle avec son outil de lecture intégré peut être envoyée par courriel ou gravé sur un CD permettant ainsi, à toute personne possédant un PC, de faire une visite virtuelle du parc en projet.



nement; 3) la variation de tension entre deux états de fonctionnement du parc (typiquement à vide et à pleine charge); 4) les courants de court-circuit; 5) le flicker à long terme; 6) les variations de tension et le flicker générés par les opérations de couplage; 7) la conformité avec les normes applicables; 8) les longueurs des câbles (pour les listes de matériel) et les longueurs des tranchées.

ECONOMIE

WINDBANK

Le module WINDBANK permet de réaliser facilement l'étude financière ou

l'étude de la viabilité économique d'un projet. Il est flexible pour s'adapter aux particularités de la plupart des pays. Mais son principal avantage vient du fait qu'il est parfaitement adapté à l'étude de projets éoliens, car conçu dès le départ à cet effet.



EMD International A/S
Niels Jernes Vej 10
DK-9220 Aalborg Ø
Tel: +45 96 35 44 44
Fax: +45 96 35 44 46
E-mail: emd@emd.dk
V.A.T. no: DK 27491529



EMD Deutschland GbR
Breitscheidstraße 6
DE-34119 Kassel
Tel: +49 (0)561 310 59-60
Fax: +49 (0)561 310 59-69
E-mail: emd-de@emd.dk



EMD France
118-122, avenue de France
FR-75013 Paris
Tel: +33 (0)1 44 64 13 81
Email: france@emd.dk



EMD Spain
Normawind S.L.
Travessera de Gràcia 58
Entlo.3ª
ES-08006 Barcelona
Tel: +34 93 241 12 75
Fax: +34 93 241 13 21
E-mail: info@normawind.com



EMD United Kingdom
The Wind Consultancy Service
17 Ford Lane, Morton, Bourne,
UK-Lincolnshire, PE10 0RQ
Tel: +44 (0) 1778-571786
Mob: +44 (0) 7989-018513
E-mail: windpro@windconsult.co.uk



EMD Middle East
T-EMD Ltd. Sti.
Yakut Sokak, Huzur Apt.
No:39/6 Bakirkoy
34140 Istanbul - Turkey
Tel: +90 212 543 88 48
Fax: +90 212 543 37 46
E-mail: ft@emd.dk



EMD North America
EAPC Wind Energy
3100 DeMers Avenue
US-Grand Forks, ND 58201
Tel: +1-701 775 3000
Fax: +1 701 772 3605
E-mail: wind@eapc.net



EMD China
CEPRI
No.15 Xiaoying East Road
CN-Qinghe, Beijing 100192
Tel: +86-10-82813166-305
Fax: +86-10-62956185
E-mail: xrwang@epri.sgcc.com.cn