

# 14. VERIFICATION des PERFORMANCES

<b>14.0 Introduction, définitions et guide .....</b>	<b>714</b>
14.0.0 Principes de la mise en œuvre .....	714
14.0.1 Guide des étapes à suivre .....	715
<b>14.1 Calcul de la <i>Distribution du productible</i> (optionnel).....</b>	<b>715</b>
14.1.0 Données de vent .....	715
14.1.1 Paramétrage du calcul <i>Distribution du productible</i> .....	716
<b>14.2 Préparation des données pour les objets Eolienne.....</b>	<b>717</b>
14.2.0 Structure des données de l'objet <i>Eolienne-existante</i> .....	717
14.2.1 Préparation des données pour l'utilisation de l'outil d'importation .....	718
<b>14.3 Lancement de VERIFICATION des PERFORMANCES .....</b>	<b>719</b>
14.3.0 Données mensuelles .....	719
14.3.1 Données haute résolution.....	720
<b>14.4 Onglet <i>Données</i> .....</b>	<b>720</b>
14.4.0 Sous-onglets <i>Source des données</i> et <i>Configuration de l'importation</i> .....	720
14.4.1 Sous-onglet <i>Rapprocher et charger</i> .....	723
14.4.2 Sous-onglet <i>Séries temporelles</i> .....	724
14.4.3 Sous-onglet <i>Décalage horodatage</i> .....	724
<b>14.5 Onglet <i>Graphiques</i> dans le cas de données mensuelles .....</b>	<b>725</b>
14.5.0 Sous-onglet <i>Séries temporelles</i> .....	725
14.5.1 Sous-onglet <i>Indice de vent → calcul production</i> .....	726
14.5.2 Bibliothèque d'indices d'énergie du vent .....	728
14.5.3 Estimation des pertes .....	730
14.5.4 Rapport .....	731
14.5.5 Sous-onglet <i>Analyse des productions</i> .....	732
<b>14.6 Onglet <i>Graphiques</i> dans le cas de données haute résolution.....</b>	<b>733</b>
14.6.0 Sous-onglet <i>Séries temporelles</i> .....	733
14.6.1 Sous-onglet <i>Analyse courbes de puissance</i> .....	734
14.6.2 Sous-onglet <i>Analyse des productions</i> .....	736
14.6.3 Sous-onglet <i>Graphique XY</i> .....	739
14.6.4 Utilisation et extraction des résultats .....	739

# 14. VERIFICATION des PERFORMANCES

## 14.0 Introduction, définitions et guide

Il est souvent demandé de vérifier que les performances des machines en exploitation sont conformes à celles prévues.

Les causes pouvant être à l'origine de performances inférieures à celles estimées lors de l'étude sont nombreuses, les plus courantes sont l'utilisation de données peu précises ou erronées ou l'utilisation d'un modèle d'écoulement aux capacités limitées dans l'interprétation de la description du terrain. Bien sûr, il existe aussi des causes liées à des problèmes d'exploitation telles que des erreurs systématiques d'orientation des rotors ou des pales (pitch), des indisponibilités imprévues dues au réseau, au gel, etc.

Avec le module VERIFICATION des PERFORMANCES, WindPRO peut analyser efficacement les performances et identifier, le cas échéant, les causes à l'origine des écarts de performance.

En général, on fera appel aux relevés 10mn de plusieurs paramètres enregistrés par le SCADA, mais il est également possible de faire une bonne analyse à partir de simples productions mensuelles et des données de disponibilité des machines.

VERIFICATION des PERFORMANCES permet typiquement :

- L'estimation de la production à long terme à partir des relevés mensuels de la production et des indices de l'énergie du vent.
- La comparaison des productions mensuelles relevées avec celles calculées avec PARK.
- La comparaison des productions 10mn relevées avec celles calculées avec PARK.
- L'analyse des courbes de puissance à partir des données 10mn du vent et des productions.
- L'identification de problèmes de pilotage des éoliennes ou de qualité des données utilisées basée sur des graphiques X-Y.

Le premier point requiert les indices d'énergie du vent. Ils peuvent être téléchargés à partir du service *Données-online* pour certaines régions ou établis à partir de données de vent à l'aide d'un outil intégré au module.

La mise en œuvre des autres points requiert des données de vent (vitesse et direction), associées si possible à des relevés de température ou de pression afin de prendre en compte les variations de la densité de l'air. On peut utiliser à cet effet des mesures issues d'un mât/Lidar/Sodar, des capteurs des nacelles ou des données issues de modèles météo méso-échelle. L'identification de problèmes de pilotage des éoliennes pourra être facilitée si en plus on dispose des relevés des vitesses de rotation et des angles de pitch des rotors.

En bref, le module VERIFICATION des PERFORMANCES a été développé pour répondre aux deux besoins suivant :

- L'estimation la plus précise possible des productions à venir, ce qui est essentiel lors de la vente d'un parc éolien.
- L'identification des causes à l'origine des écarts de performances : problèmes de fonctionnement des machines ou problèmes de modélisation. La première pourra être corrigée, la deuxième permettra de gagner en savoir-faire qui bénéficiera aux futurs projets.

Sans doute, qu'une des grandes difficultés pour déterminer l'origine des écarts de performances - fonctionnement des machines ou modélisation - est la prise en compte des périodes où les machines sont indisponibles. A cet effet, le module inclut un outil de filtrage des données, afin que ces périodes puissent être exclues des analyses.

### 14.0.0 Principes de la mise en œuvre

Les productions, les puissances, éventuellement les disponibilités, la direction du vent, les vitesses de rotations, les angles de pitch, etc. sont importés dans un objet *Eolienne-existante*. Plusieurs séries de données peuvent être importées dans un même objet, typiquement les productions 10mn et mensuelles. Si nécessaire, les données peuvent être ré-échantillonnées pour générer, par exemple, une série de données 1 heure à partir d'une série de données 10mn.

L'interface d'importation des données est similaire à celle de l'objet *Météo*.

Un outil de rapprochement permet de s'assurer que les bonnes données sont importées dans les bons objets *Eolienne* afin de pouvoir comparer les productions avec les productibles calculés.

Les données dans les objets *Eolienne* sont des séries temporelles. Quand leur résolution est haute - égale à 1 heure ou supérieure (généralement 10 mn) - ce sont les puissances (kW) qui sont utilisées et quand leur résolution est plus faible (généralement 1 mois) ce sont les productions (kWh) qui sont utilisées, car c'est en général sous ce format que les données sont disponibles.

Suivant la résolution des données on peut :

1. A partir de **données mensuelles**, faire un calcul prévisionnel de production dénommée WCP (Wind Index Corrected production) et/ou l'analyse comparative des productions avec les productibles calculés avec PARK.
2. A partir des **données haute résolution**, faire l'analyse comparative des productions avec les productibles calculés avec PARK et/ou l'analyse des courbes de puissance.

1. et 2. ne peuvent pas être faits en même temps. Il faut lancer deux sessions, l'une en chargeant les données mensuelles, l'autre en chargeant les données haute résolution.

Pour les besoins du calcul prévisionnel de production (WCP) la structure d'une bibliothèque d'indices d'énergie du vent a été mise en place. On peut constituer la bibliothèque soit en important des indices publiés par des organismes météorologique, soit en créant des indices à partir des données de vent contenues dans un objet *Météo*. A cet effet, on peut mettre à profit les données de vent téléchargeables via le service *Données-online* telles que MERRA, EMD-ConWx, etc.

### 14.0.1 Guide des étapes à suivre

- ❑ Récupérez les données nécessaires au type d'analyse que vous souhaitez effectuer.
- ❑ Si vous souhaitez comparer la production avec le productible calculé, il faut lancer un calcul *Distribution du productible avec PARK* (il faut utiliser des objets *Eoliennes-existantes* à cet effet).
- ❑ Convertissez les données en fichiers texte, sinon leur importation sera impossible.
- ❑ Lancez VERIFICATION des PERFORMANCES à partir de la barre d'outils.
- ❑ Configurez l'outil d'importation des données de production, si elles ne sont pas déjà chargées dans les objets *Eoliennes-existantes*.
- ❑ Identifiez les éoliennes qui devront être analysées.
- ❑ Etablissez la correspondance entre les données et les objets *Eolienne* avec l'*Assistant ID-Eols*.
- ❑ Utilisez les outils proposés par VERIFICATION des PERFORMANCES pour déterminer les causes des écarts de performance ou pour le calcul prévisionnel de production (WCP). Produisez un rapport (disponible pour WCP seulement) et/ou de copiez les résultats dans Excel pour documenter vos conclusions.

---

## 14.1 Calcul de la *Distribution du productible* (optionnel)

Si vous souhaitez comparer les productions relevées avec les productibles calculés pour vérifier que le modèle d'écoulement utilisé fonctionne bien, il est indispensable de disposer des résultats du calcul *Distribution du productible*.

A partir du productible calculé avec *PARK* et des données de vent choisies (utilisées comme indices), *Distribution du productible* calcule une fonction de transfert donnant, pour chaque éolienne, son productible pour chaque valeur de la vitesse des données de vent. On obtient ainsi, pour chaque éolienne une série temporelle du productible.

### 14.1.0 Données de vent

Les données de vent (séries vitesse et direction) peuvent être issues d'un mât de mesure, de modèles météo méso-échelle, mais aussi des capteurs des nacelles des éoliennes. Ces dernières présentent l'inconvénient d'inclure les réductions de vitesse dues aux sillages, alors que *Distribution du productible* requiert les vitesses du vent naturel ; leur utilisation est possible à condition de les expurger des effets des sillages ; le même problème se produit quand le mât de mesure est à l'intérieur du parc.

### 14.1.1 Paramétrage du calcul *Distribution du productible*

Le paramétrage se fait dans l'onglet *Distribution du productible* du calcul *PARK*, voir Figure 1.

PARK (productible annuel d'un parc basé sur MODELE ou METEO)

Principal | Eoliennes | Données de vent | Densité de l'air | Courbes de puissance | **Distribution du productible** | Description

Le calcul Distribution du productible annuel sert à produire :

- 1) le rapport Distribution du productible annuel du calcul PARK.
- 2) les données nécessaires à l'outil VERIFICATION des PERFORMANCES
- 3) les fichiers contenant la chronique du productible annuel de chaque machine pour des analyses supplémentaires (Cde Résultats -> fichiers)

Pour 1), il faut soit un fichier .wti (voir dans WindPRO\Standards\ ou produit par le Météo-analyser) soit un objet Météo contenant des données de vent 10mn ou 1heure. Les fichiers .wti satisfont toujours aux conditions: durée 1an et pas de trous. Si les données d'un objet Météo sont utilisées, assurez-vous qu'elles couvrent un nombre entier d'années (1 an -> OK, 1,5 an -> non OK).

Utiliser séries temp. génériques (\*.WTI):

Utiliser séries temp. de l'objet Météo: EmdConwx\_N50.000\_E009.830 (69) 100m scaled 0,8 - 100,00 m

Intervalle  Tout utiliser 01/01/2010 - 31/12/2012

Choix objet Données-site pour le calcul For WAsP calculation, map data based

Intégrer les variations de densité de l'air si les données de  $tp^0$  ou de pression sont disponibles.

Appliquer le % de réduction du prod. de la section Principaux résultats du rapport.

1) Eoliennes utilisées dans rapport Distribution du productible annuel

Toutes les Nouvelles-éoliennes  
 Toutes les Eoliennes-existantes du parc  
 Toutes les Eoliennes-existantes hors du parc

2 et 3) Production des données pour la VERIFICATION des PERFORMANCES ou pour "Résultats calculs -> fichiers":

Aucune  
 Toutes  
 Sélection

Réduction de la fréquence des données:  
 Aucune

Figure 1

Les données de vent se sélectionnent en indiquant l'objet *Météo* dans lequel elles sont contenues.

Il faut indiquer l'objet *Données-site* qui doit être utilisé pour effectuer le calcul de transposition des données de vent sélectionnées au niveau des éoliennes. Si ce n'est pas le même que celui utilisé pour le calcul du productible du parc, il est TRÈS important qu'il fasse appel à la même *Statistique éolienne*.

Dans certain cas l'utilisation d'un objet différent peut être intéressante. Par exemple, si on utilise des données méso-scale dont on sait qu'elles ont été établies avec des rugosités différentes de celles du site, on peut avec un objet *Données-site* introduire des rugosités compensant celles utilisées par le modèle méso-échelle.

## 14.2 Préparation des données pour les objets Eolienne

Les objets *Eoliennes-existantes* sont au cœur du module VERIFICATION des PERFORMANCES. La structure hébergeant les données dans l'objet a été enrichie afin de pouvoir recevoir des séries temporelles. Ces séries contiennent typiquement des relevés de production qui peuvent être complétés par d'autres grandeurs d'intérêt comme la vitesse du vent, sa direction, l'angle de pitch, la vitesse de rotation, etc.

### 14.2.0 Structure des données de l'objet *Eolienne-existante*

Ces nouvelles données sous forme de séries temporelle se trouvent sous l'onglet *Production* de la fenêtre *Propriétés de l'objet Eolienne*, voir Figure 2.

Afficher/Entrer *	Fréquence	Début	Fin	Période (arrondi, mois)	Nbre de relevés	Période effective (mois)	Total MWh	12 mois (MWh)	12 mois/Corrigée LT	Taux acquisition	Origine
Afficher	1 mois	01/01/2010	01/10/2012	34	34	34,0	8202,63	2893,07		100,00	Importée(s) d'un fichier
Afficher	10 minutes	01/01/2010	10/12/2012	35	154657	35,1	8514,01	2910,40		100,00	Importée(s) d'un fichier
Afficher	1 heure	01/01/2010	09/12/2012	35	25615	35,1	8514,24	2910,85		99,38	Refréquentée(s)

104,00    180306,

Corrigée Long Terme #)  MWh/a

Les valeurs marquées "ignorées" ne sont pas utilisées

\*) L'introduction des données se fait avec l'outil Vérification des Performances mais elles peuvent être entrées manuellement si nécessaire.

#) Les productions annuelles moyennes doivent être représentatives du long terme et correspondre à une disponibilité de 100% afin de pouvoir les comparer aux productibles.

Figure 2

Les données les plus importantes sont les relevés de production. Quand la résolution de ces relevés est  $> 1$  heure, c'est la puissance (kW) qui est enregistrée dans l'objet. Quand leur résolution est  $< 1$  heure c'est l'énergie (kWh) qui est enregistrée. Si la résolution est  $= 1$  heure alors les valeurs de l'énergie et de la puissance sont identiques. Si les données sont disponibles sous d'autres formes, tel que des relevés de production cumulée, elles peuvent être converties à l'aide de l'outil d'importation, voir dans la suite.

En complément des données de production, d'autres grandeurs peuvent être importées et enregistrées dans l'objet. Les plus intéressantes sont les vitesses et les directions du vent, mais d'autres telles que la vitesse de rotation, l'angle de pitch, etc. peuvent se révéler très utiles pour certaines analyses.

Les données peuvent être importées dans l'objet en utilisant l'outil d'importation du module VERIFICATION des PERFORMANCES ou simplement collées.

La Figure 2 est un exemple montrant les données chargées dans un objet *Eolienne-existante*. Plusieurs jeux de données peuvent être chargés à condition qu'ils soient constitués de séries de *Fréquence* différente. Si vous souhaitez faire des analyses en utilisant, par exemple, deux jeux de données mensuelles, il faut créer un clone de l'objet et charger la 2<sup>ème</sup> série dans le clone.

La colonne *Total MWh* donne pour chaque jeu de données la production totale sur la période couverte par le jeu et la colonne *12 mois (MWh)* donne la production annuelle moyenne correspondante. Ces grandeurs permettent d'avoir un premier aperçu des productions et de vérifier que la conversion d'unité lors de l'importation s'est effectuée correctement.

Un clic sur le bouton *Afficher*, voir Figure 2, montre les séries de données contenues dans l'objet Eolienne, voir Figure 3.

Ajout données prod éol-existante

Notez que pour des séries horaires, ou de fréquence plus élevée, on suppose que les données sont exprimées en kW et que pour des fréquences inférieures elles sont exprimées en kwh. Si ce n'est pas le cas indiquez l'unité de vos données dans la colonne Unité.

Format de description du taux de disponibilité des productions quand copiées du presse-papier uniquement.

Pourcentage  
 Valeur

Ajout grandeur: Vmoy. vent OK

Date	Production	Availability	Mean wind speed	Wind direction
01/01/2010	199.088,00	100,00	5,30	103,00
01/02/2010	247.338,00	99,56	5,80	193,00
01/03/2010	390.487,00	99,80	6,50	267,00
01/04/2010	197.169,00	59,10	5,30	46,00
01/05/2010	186.999,00	99,00	5,10	319,00
01/06/2010	178.880,00	97,71	4,90	19,00
01/07/2010	83.847,00	99,80	3,80	259,00
01/08/2010	221.510,00	99,50	4,80	250,00

OK Annuler <- presse-papiers -> presse-papiers Tout effacer

Figure 3

Ces données peuvent être copiées directement à partir du <- *presse-papiers*. Quand les quantités de données sont importantes et les éoliennes nombreuses, il est plus efficace d'utiliser l'outil d'importation intégré au module. Dans cette fenêtre, il est possible, le cas échéant, de corriger manuellement des valeurs erronées.

### 14.2.1 Préparation des données pour l'utilisation de l'outil d'importation

Pour utiliser l'outil d'importation, il peut être nécessaire, au préalable, de mettre en forme les données.

Tout d'abord, les fichiers de données doivent être au format ascii. Si les fichiers sont au format Excel, ils doivent être convertis en format .txt, .csv ou autre format texte.

Ensuite, il convient de structurer les données de façon rationnelle afin de faciliter le paramétrage de l'outil d'importation. Il convient en particulier de nommer les éoliennes (à l'aide des champs *Description* ou *Label utilisateur*) en utilisant des identifiants similaires à ceux des données.

Mais le plus important est que l'horodatage soit contenu dans une colonne unique sous forme dd-mm-yyyy hh:mm. Evitez d'utiliser des formats dépendants de la langue comme Déc-12 qui ne seront pas correctement interprétés.

## 14.3 Lancement de VERIFICATION des PERFORMANCES

Le lancement de VERIFICATION des PERFORMANCES se fait à partir de la barre d'outils à gauche de l'écran. Vous pouvez démarrer une *Nouvelle* vérification ou reprendre une vérification existante, voir Figure 4. Dans l'exemple suivant, les noms donnés aux vérifications sont la fréquence des données utilisées.

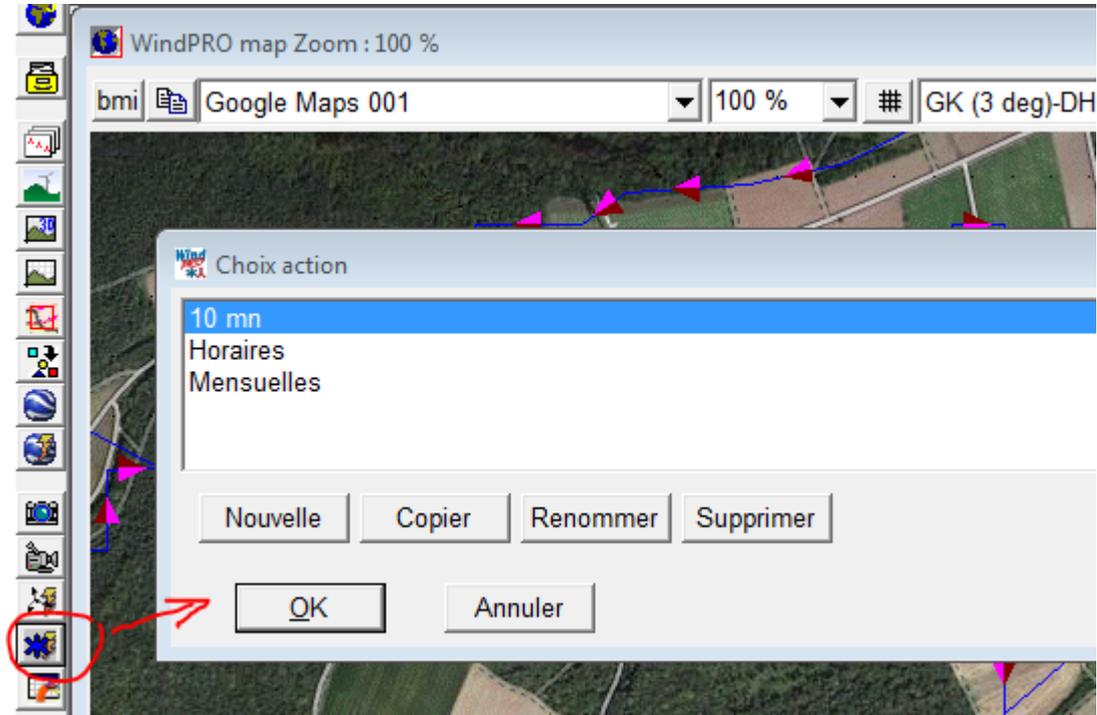


Figure 4

Après le lancement d'une *Nouvelle* vérification, il faut indiquer si les données de production sont déjà présentes dans les objets Eoliennes ou s'il faut les importer à partir de fichiers, voir Figure 5.

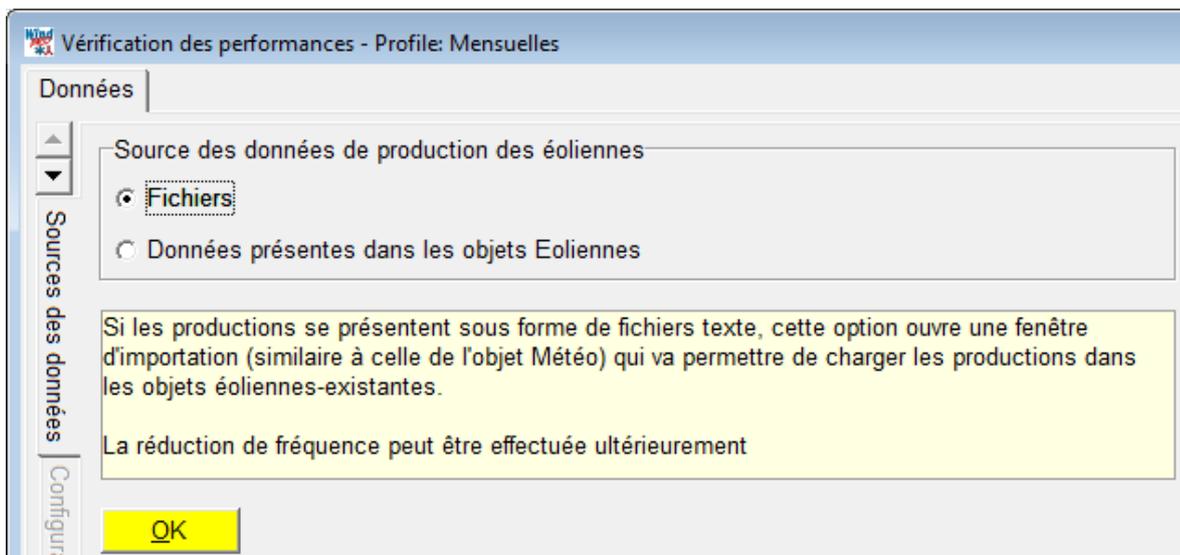


Figure 5

### 14.3.0 Données mensuelles

A partir de données de production mensuelles, on peut faire un calcul prévisionnel de la production dénommée WCP (Wind Index Corrected production) et l'analyse comparative des productions avec les productibles calculés avec PARK, cette analyse requiert d'avoir effectué au préalable un calcul *Distribution du productible* avec PARK.

### 14.3.1 Données haute résolution

A partir de données haute résolution on peut faire l'analyse des courbes de puissance et l'analyse comparative des productions avec les productibles calculés avec PARK. Cette analyse requiert d'avoir effectué au préalable un calcul *Distribution du productible* avec PARK, ce dernier calcul peut nécessiter un ré-échantillonnage des données de production pour que leur fréquence soit identique à celle des données de vent utilisées par *Distribution du productible*.

## 14.4 Onglet Données

C'est dans l'onglet *Données*, voir Figure 5, que les opérations d'importation et de chargement des données dans les objets Eoliennes se réalisent. Comme pour l'importation des données de vent dans un objet Météo on peut examiner, trier les données, etc. Une fonction spéciale permet d'introduire des corrections horaires car souvent les données de production sont consignées en heure locale et en heures d'hiver et d'été.

### 14.4.0 Sous-onglets *Source des données* et *Configuration de l'importation*

Souvent les données peuvent nécessiter une certaine préparation pour être utilisables.

Supposons que les données soient au format Excel. Ouvrez le fichier Excel, copiez dans une autre feuille les entêtes plus deux lignes de données, voir Figure 6. Assurez-vous que les éoliennes sont désignées de manière identique quelque soit la grandeur et que l'horodatage est au format dd-mm-yyyy hh :mm.

Notes : quand dans l'horodatage hh:mm = 00:00 alors Excel n'affiche pas hh:mm, cela ne pose pas de problème. Ce qui pose PROBLEME c'est quand l'horodatage ne se présente pas sous de chiffres, par exemple 01-jan-2011, dans ce cas l'horodatage doit être transformé en format chiffres.

	A	B	C
1	PCTimeStamp	01-01-2011	01-01-2011 00:10
2	WEA04_Production LatestAverage Total Active Power Avg. (1)	-545	4950
3	WEA05_Production LatestAverage Total Active Power Avg. (2)	-557	3773
4	WEA06_Production LatestAverage Total Active Power Avg. (3)	-525	4186
5	WEA04_Ambient WindSpeed Avg. (4)	4	4,5
6	WEA05_Ambient WindSpeed Avg. (5)	4,1	4,5
7	WEA06_Ambient WindSpeed Avg. (6)	4,3	4,8
8	WEA04_Ambient WindDir Absolute Avg. (7)	250	248,4
9	WEA05_Ambient WindDir Absolute Avg. (8)	268,4	266,2
10	WEA06_Ambient WindDir Absolute Avg. (9)	293,3	290,9
11	WEA04_Blades PitchAngle Avg. (10)	23,9	-0,6
12	WEA05_Blades PitchAngle Avg. (11)	24	11,6
13	WEA06_Blades PitchAngle Avg. (12)	24	5,1
14	WEA04_Blades PitchAngle Max. (13)	19	-2,3
15	WEA05_Blades PitchAngle Max. (14)	24	-2,4
16	WEA06_Blades PitchAngle Max. (15)	24	-2,4
17	WEA04_Blades PitchAngle Min. (16)	24,1	17,6
18	WEA05_Blades PitchAngle Min. (17)	24	24
19	WEA06_Blades PitchAngle Min. (18)	24,1	25,6
20	WEA04_System Logs First Active Alarm No (19)	0	0
21	WEA05_System Logs First Active Alarm No (20)	0	0
22	WEA06_System Logs First Active Alarm No (21)	0	0
23	WEA04_Nacelle Temp. Avg. (22)	13	12
24	WEA05_Nacelle Temp. Avg. (23)	12	12
25	WEA06_Nacelle Temp. Avg. (24)	13	13
26	WEA04_Generator RPM Avg. (25)	295	1207
27	WEA05_Generator RPM Avg. (26)	278	635
28	WEA06_Generator RPM Avg. (27)	284	847
29	WEA04_Rotor RPM Avg. (28)	2,6	10,6
30	WEA05_Rotor RPM Avg. (29)	2,4	5,5
31	WEA06_Rotor RPM Avg. (30)	2,5	7,4

Figure 6

Etant donné que VERIFICATION des PERFORMANCES ne peut exploiter que des données au format texte, enregistrez le fichier Excel sous *Texte (séparateur : tabulation) (\*.txt)*, voir Figure 7, qui est le format texte le mieux adapté.

Si les données sont au format .CSV, aucune conversion n'est requise.

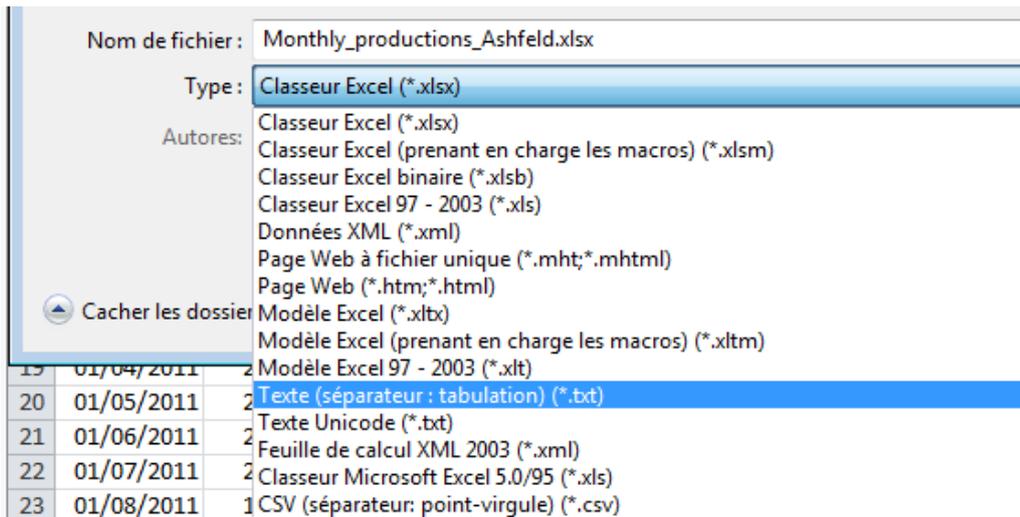


Figure 7

Lancez une nouvelle vérification et donnez-lui un nom  
Cliquez sur le bouton **OK** de la fenêtre de la Figure 5 pour activer l'onglet *Source des données*, voir Figure 8, désignez les fichiers de données à utiliser en cliquant sur le bouton *Ajout fichier(s)* ou *Ajout dossier*, dans le menu *Fuseau horaire des mesures* indiquez l'heure utilisée par le SCADA pour l'horodatage des données de production et cliquez sur le bouton *Délect. Auto*.



Figure 8

Vérifiez, dans la colonne *Reformaté*, que l'interprétation des données s'est faite correctement, sinon indiquez leur format dans la colonne *Unité*, voir Figure 9 et Figure 10.

Colonne	En-tête	1er relevé	Type	Sous-type	Unité	Nom	Reformaté
1	PCTimeStamp	01-01-2010	Horodatage	Date&Horaire			

Figure 9

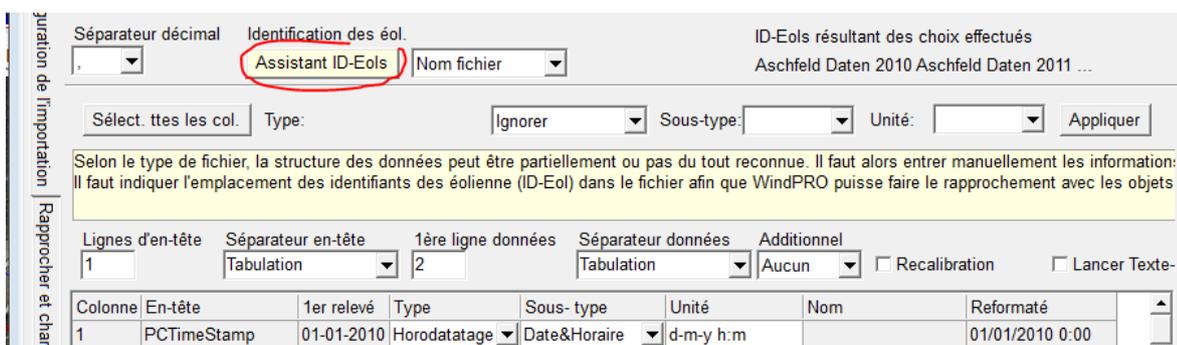


Figure 10

Cliquez sur le bouton *Assistant ID-Eols* de la Figure 10 pour identifier les éoliennes dans le texte des fichiers ; après les réponses à quelques questions, vous arrivez à la fenêtre d'identification de la Figure 11.

Dans cette fenêtre indiquez les en-têtes contenant l'identifiant de la 1<sup>ère</sup> éolienne (ici WEA04), de la 2<sup>ème</sup> et de la 3<sup>ème</sup>; si la chaîne formant l'identifiant est une partie de l'en-tête cochez *La chaîne formant...*, indiquez le séparateur de chaînes, ici \_ (tiret du bas) et indiquez la position de la chaîne dans l'en-tête à l'aide du menu *Utiliser la chaîne n°*, cliquez sur *OK* et vérifiez que l'identification s'est faite correctement, voir Figure 12.

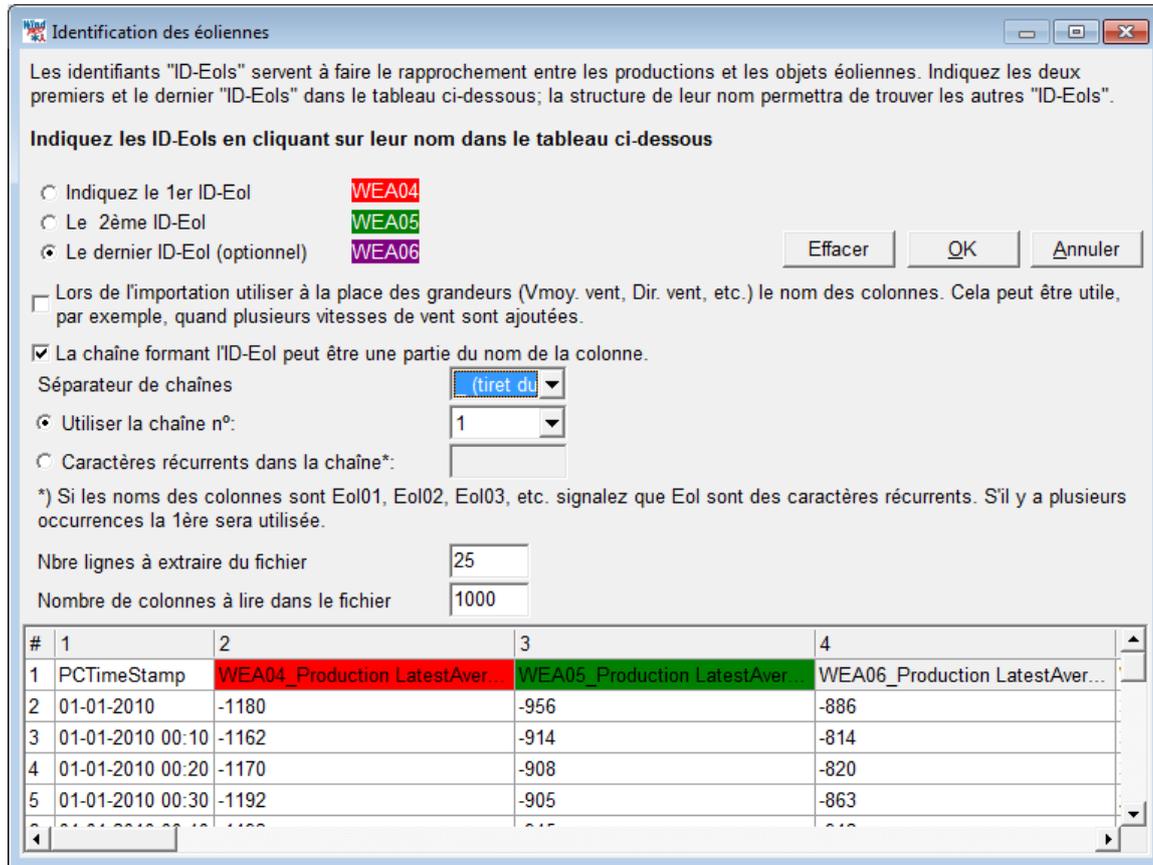


Figure 11

À l'aide des menus *Type* indiquez les grandeurs si elles n'ont pas été correctement détectées, les lignes marquées *Ignorer* sont exclues de l'importation, il faut importer au moins l'*Horodatage* et la *Puissance\_production*.

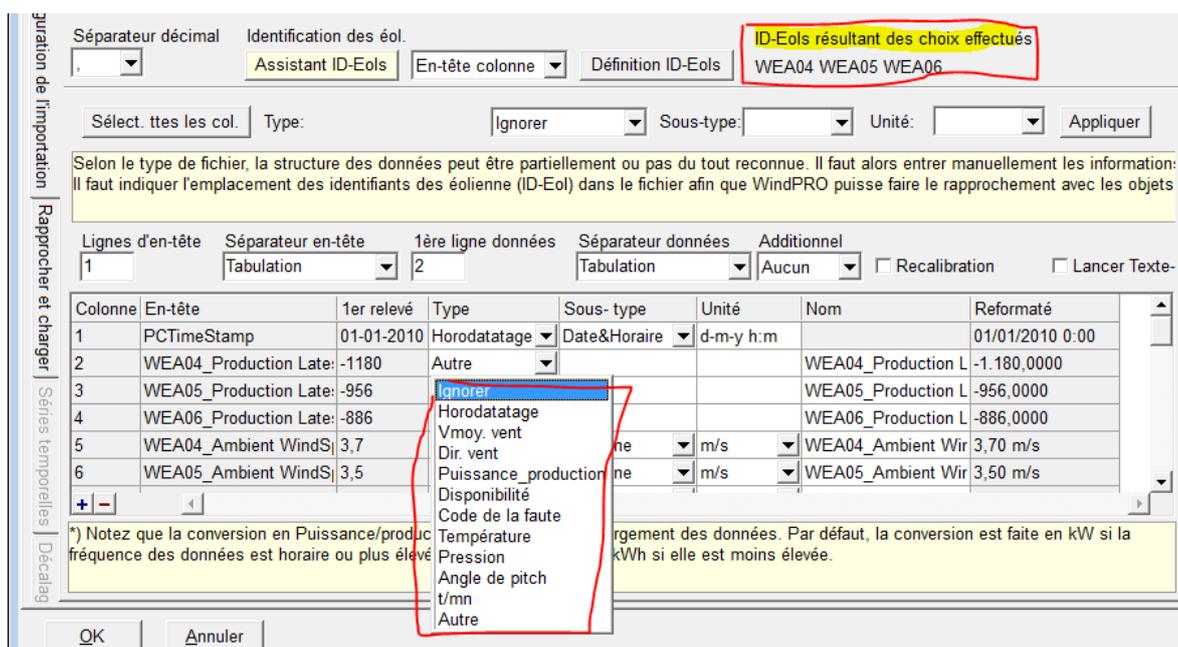


Figure 12

L'opération antérieure peut être appliquée à plusieurs lignes simultanément, en les sélectionnant, puis en indiquant leur *Type*, *Sous-type* et *Unité* et en cliquant sur *Appliquer*, voir Figure 13.

Colonne	En-tête	1er relevé	Type	Sous-type	Unité	Nom	Reformaté
1	PCTimeStamp	01-01-2010	Horodatage	Date&Horaire	d-m-y h:m		01/01/2010 0:00
2	WEA04_Production Late	-1180	Autre			WEA04_Production L	-1.180,0000
3	WEA05_Production Late	-956	Autre			WEA05_Production L	-956,0000
4	WEA06_Production Late	-886	Autre			WEA06_Production L	-886,0000
5	WEA04_Ambient WindS	3,7	Vmoy. vent	Moyenne	m/s	WEA04_Ambient Wir	3,70 m/s
6	WEA05_Ambient WindS	3,5	Vmoy. vent	Moyenne	m/s	WEA05_Ambient Wir	3,50 m/s

Figure 13

Une fois la description de la structure des données terminée passez au sous-onglet *Rapprocher et charger*.

### 14.4.1 Sous-onglet *Rapprocher et charger*

Voir Figure 14.

Il faut d'abord indiquer à quels objets *Eoliennes-existantes* se rapportent les données importées. A cet effet, cliquez sur le bouton *Ajouter* et désignez les éoliennes.

Si les champs *Description* ou *Label utilisateur* des éoliennes contiennent les identifiants ID-Eols le bouton *Rapprochement auto.* permet de créer le lien entre les objets Eoliennes et les données correspondantes, sinon la correspondance doit être faite manuellement à l'aide des menus déroulants *ID-Eols*.

Quand le rapprochement est fait, cliquez sur le bouton *Charger données* pour transférer les données des fichiers dans les objets Eoliennes.

Description	X(Est)	Y(Nord)	Label système	Label utilisateur	ID-Eols
VESTAS V90 2000 90.0 IO!	3.560.931	5.540.142	4	Asch-3 (WEA4)	WEA04
VESTAS V90 2000 90.0 IO!	3.560.706	5.539.806	5	Asch-4 (WEA5) disp.3m	WEA05
VESTAS V90 2000 90.0 IO!	3.559.987	5.539.859	6	Asch-5 (WEA6) disp.3m	WEA06

Figure 14

Si un calcul *Distribution du productible* a été préalablement effectué, la comparaison productions/productibles pourra être faite si les données de vent utilisées ont la même résolution que les données de production chargées dans les objets Eolienne.

Si par exemple la résolution des données de vent est 1 heure et celle des données de production 10 mn on peut ré-échantillonner ces dernières pour les ramener à une résolution 1 heure.

Pour cela cliquez sur *Refréquencer données* et faites les paramétrages adéquats, voir Figure 15. A l'issue de l'opération, une nouvelle série de données de production de résolution 1 heure est créée dans les objets Eolienne.

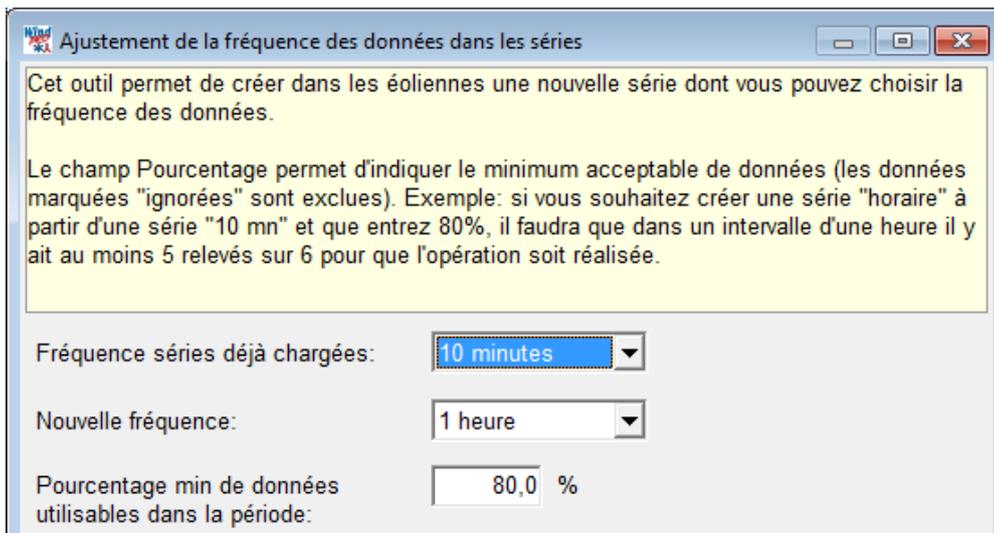


Figure 15

### 14.4.2 Sous-onglet *Séries temporelles*

Voir Figure 16.

Ce sous-onglet est identique à celui de l'objet Météo et propose les mêmes fonctions. Reportez-vous à la section 3 Energie du manuel utilisateur.

Ignorées	Horodatage	Puissance production	Vmoy. vent	Dir. vent	Angle de pitch	t/mn	Commentaire
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 1:00	-7,0	3,32	212,1	24,0	2	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 2:00	-4,0	2,58	213,8	24,0	1	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 3:00	-3,6	2,02	0,8	24,0	0	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 4:00	15,4	3,95	11,7	18,0	4	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 5:00	126,3	5,18	11,1	-1,4	11	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 6:00	107,5	5,05	353,7	-1,3	11	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 7:00	97,8	4,90	5,0	-1,1	11	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 8:00	101,6	5,07	19,5	-1,3	11	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 9:00	182,0	5,47	26,9	-1,5	11	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 10:00	157,4	5,38	29,3	2,5	10	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 11:00	102,5	5,23	28,3	-1,2	11	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 12:00	42,5	4,82	22,3	3,5	9	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 13:00	92,2	5,05	6,9	4,0	9	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 14:00	37,8	4,68	6,9	6,8	8	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 15:00	-6,3	4,22	347,8	19,4	4	
<input type="checkbox"/>	01/01/2010 16:00	13,7	4,62	345,3	6,5	9	

Summary statistics on the right:

- Nb données: 25615
- Ignorées: 0
- Partiel. ignorées: 0
- Hors limites: 3
- Dupliquées: 0
- Fautes: 0
- Commentaires: 0
- Sélectionnées: 0

Eoliennes: WEA04, WEA05, WEA06

Figure 16

### 14.4.3 Sous-onglet *Décalage horodatage*

Voir Figure 17.

Dans cet onglet, on peut introduire des corrections pour rétablir la concordance, si nécessaire, entre les données de vent utilisées dans le calcul *Distribution du productible* et les données de production. Si la description de la correction requiert plusieurs lignes cliquez sur « + » pour ajouter une ligne.

La colonne *Etat* indique si la correction a été appliquée ou pas. *Attente Données -> Eol.* signifie que pour la correction soit appliquée il faut de nouveau *Charger les données*, voir Figure 14.

Début	Fin	Décalage (minutes ajoutées aux val. imp)	Appliquer à:	Etat
01/01/2010	10/12/2012		Toutes	Attente Données -> Eol.

Buttons: +, -, <, >

Figure 17

## 14.5 Onglet *Graphiques* dans le cas de données mensuelles

Il est fréquent que seules des données mensuelles soient disponibles pour analyser les productions d'un parc éolien. Des méthodes éprouvées, comme celles se fondant sur des indices d'énergie du vent, ont montré que ces données sont suffisantes pour effectuer des prévisions de production à long terme de bonne qualité.

Les données mensuelles peuvent être collées directement dans les objets Eoliennes ou importées en utilisant l'outil présenté au 14.4.0.

On peut utiliser des données de production mensuelles avec ou sans les pertes électriques.

A partir de ces données, le module VERIFICATION des PERFORMANCES permet de faire un calcul prévisionnel de la production à long terme dénommé WCP (Wind Index Corrected production) et l'analyse comparative des productions avec les productibles calculés avec PARK

### 14.5.0 Sous-onglet *Séries temporelles*

L'exemple de la Figure 18 montre le productible calculé de 2001 à 2012 (trait fin) et la production relevée de 2009 à 2012 (trait épais), notez que les données de disponibilité ont été fournies en complément des données de production.

Remarque : les chronogrammes présentent toujours les données brutes (non filtrées).

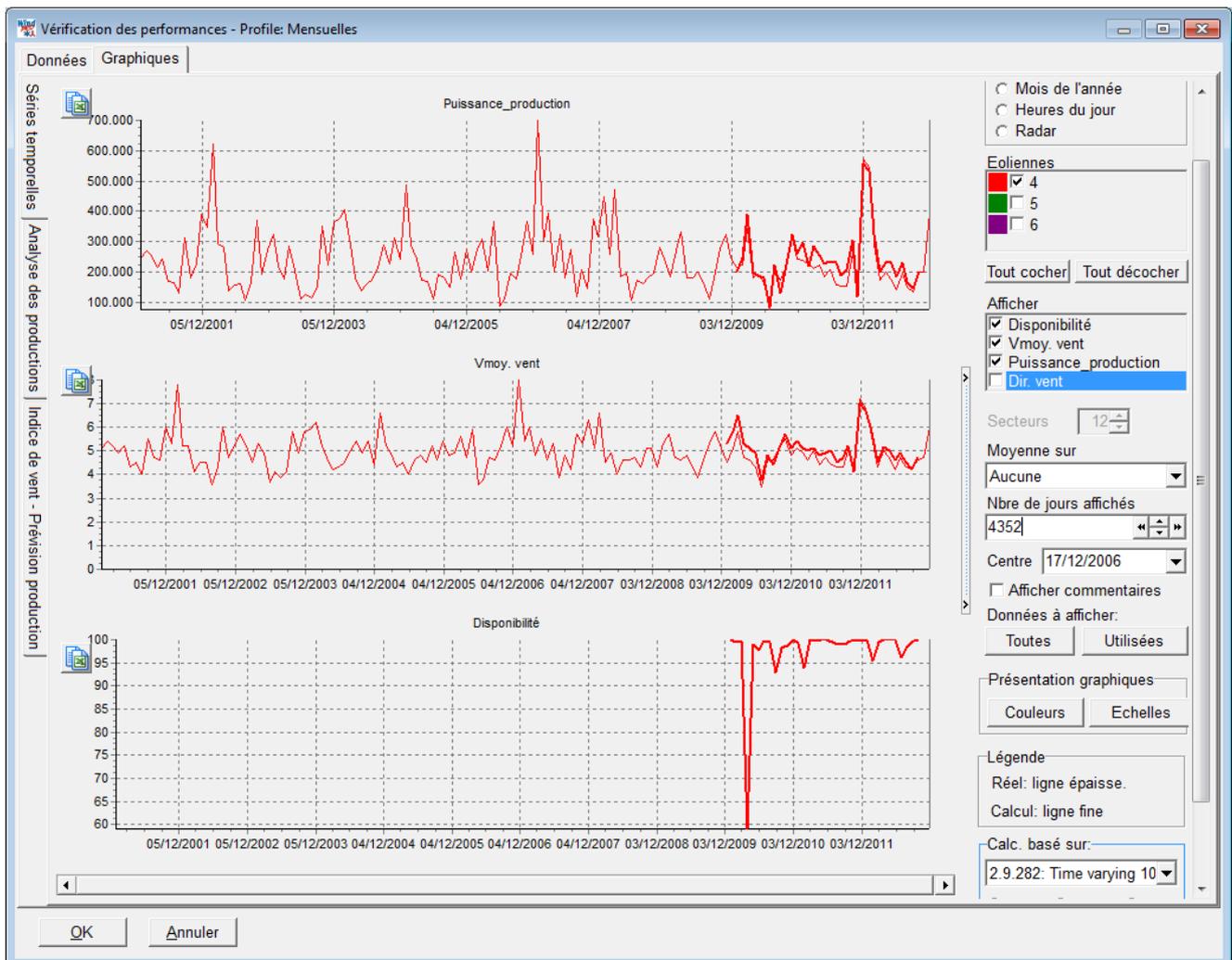


Figure 18

En examinant le chronogramme de plus près, la comparaison avec le productible semble montrer une amélioration des performances du parc à partir de novembre 2010, voir Figure 19.

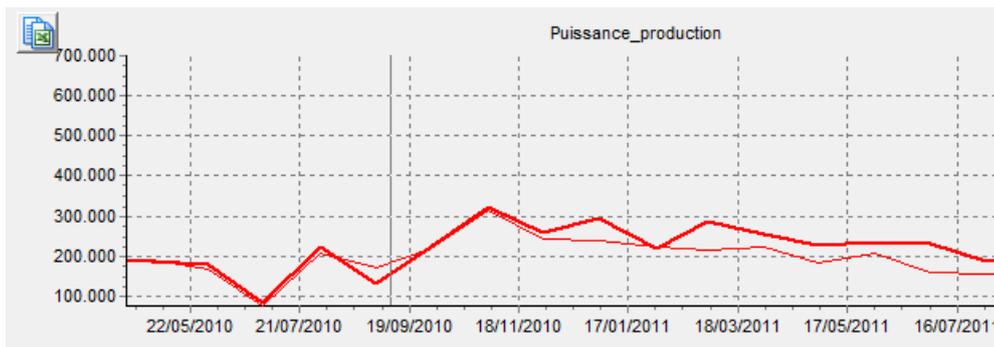


Figure 19

### 14.5.1 Sous-onglet *Indice de vent* → calcul production

Voir Figure 20.

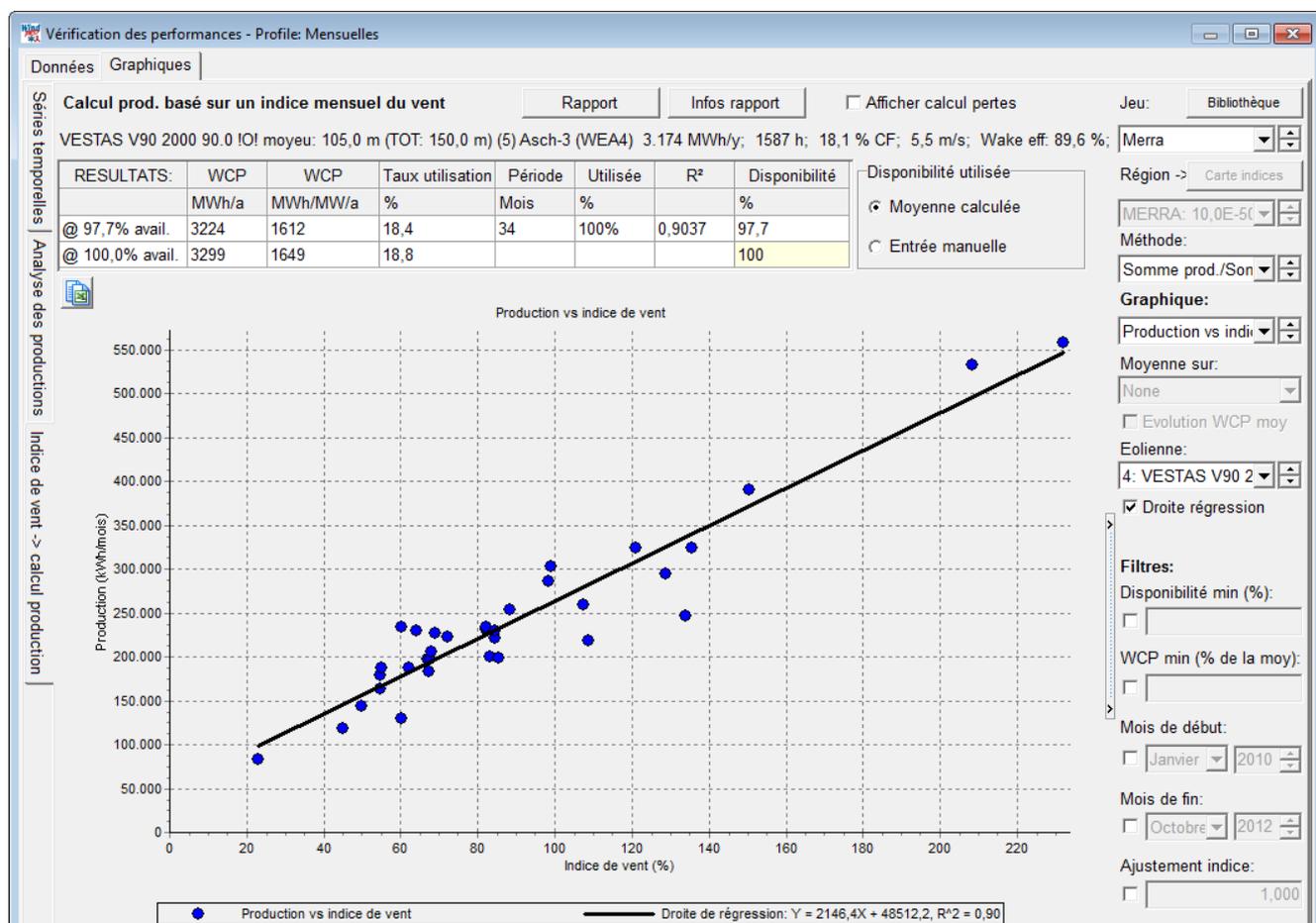


Figure 20

Bien que de nombreux réglages sophistiqués sont proposés, la méthode WCP (Wind Index Corrected production) est simple : à partir de données de production et d'indices d'énergies du vent un calcul prévisionnel de la production est réalisé. Ce calcul peut être fait de deux manières :

**Somme prod./somme indice** : la production (WCP) est calculée à partir du rapport de la somme des productions et de la somme des indices.

**Régression linéaire** : la production (WCP) est calculée à partir de la droite d'ajustement linéaire liant les productions et les indices.

Nous avons effectué de nombreux essais sans arriver à déterminer qu'elle est la meilleure des deux méthodes, chacune ayant ses avantages.

Si les données sont de bonne qualité et disponibles sur une longue période, les deux méthodes donnent des résultats presque identiques. Par contre, avec des données de courte durée et/ou mal corrélées les résultats peuvent être sensiblement différents.

Les résultats sont présentés dans le tableau de la Figure 21 :

RESULTATS:	WCP	WCP	Taux utilisation	Période	Utilisée	R <sup>2</sup>	Disponibilité	Disponibilité utilisée <input checked="" type="radio"/> Moyenne calculée <input type="radio"/> Entrée manuelle
	MWh/a	MWh/MW/a	%	Mois	%		%	
@ 97,7% avail.	3224	1612	18,4	34	100%	0,9037	97,7	
@ 100,0% avail.	3299	1649	18,8				100	

Figure 21

Quand les données incluent la disponibilité, la production (WCP) pour une disponibilité de 100% est calculée proportionnellement. Cette manière de calculer introduit de l'incertitude car la disponibilité est exprimée en temps et non en énergie. Pour réduire cet effet, il est recommandé d'appliquer un filtrage des données afin d'éliminer les mois où la disponibilité est faible.

Si les données n'incluent pas la disponibilité (ou si elle est de mauvaise qualité), il est possible de l'introduire manuellement. Son estimation peut être faite en évaluant les pertes due à l'indisponibilité, mais la consultation du *Rapport* (voir dans la suite) peut parfois être une aide à son estimation.

Dans l'exemple de la Figure 22, les mois où la disponibilité est inférieure à 98% ont été exclus du calcul, cela réduit la production calculée (WCP) pour une disponibilité de 100% de 3299 à 3263 MWh/a, cette dernière valeur semble plausible car les faibles disponibilités se produisent principalement pendant les périodes moins ventées, mais ce pourrait être l'inverse.

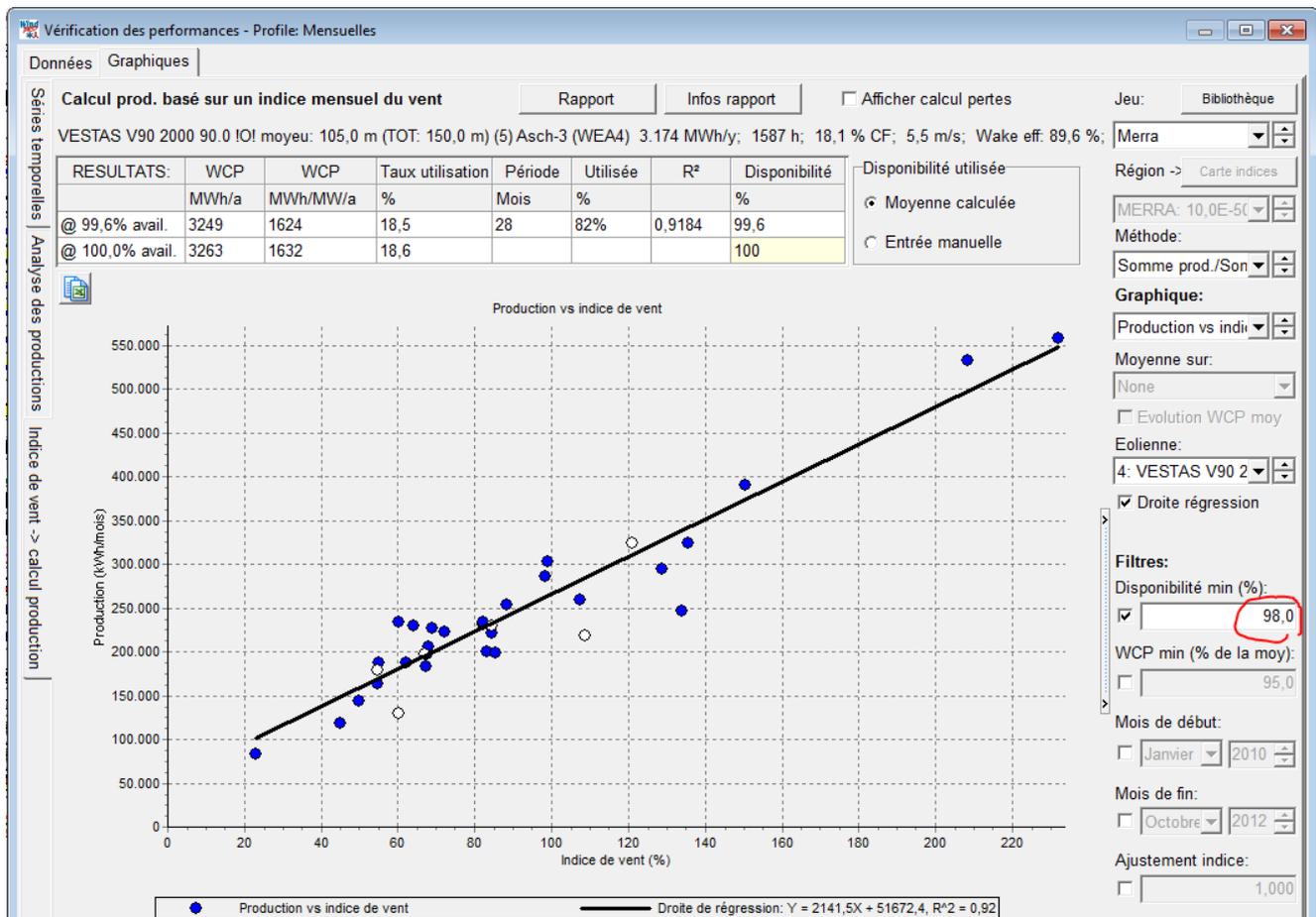


Figure 22

D'autres filtres sont disponibles :

- *WCP min (% de la moy.)* : permet d'exclure les mois qui s'écartent trop de la droite de régression
- *Mois de début* : permet d'éliminer du calcul les données antérieures au mois indiqué, pour éliminer par exemple la période de mise en service où les performances du parc ne sont pas représentatives.
- *Mois de fin*
- *Ajustement indices* : permet de corriger les indices d'énergie du vent quand on sait qu'il est biaisé.

Les représentations sélectionnables via le menu *Graphiques* sont présentées ultérieurement dans la partie *Rapport*.

### 14.5.2 Bibliothèque d'indices d'énergie du vent

Sans indices mensuels d'énergie du vent, il est impossible de faire les calculs prévisionnels de production. Certains pays, comme le Danemark ou l'Allemagne, mettent à la disposition des usagers des indices « officiels », pour les autres pays il est possible de créer des indices à partir de données de vent typiquement issues de modèles méso-échelle comme Merra, CFSR, EMD-ConWx et autres.

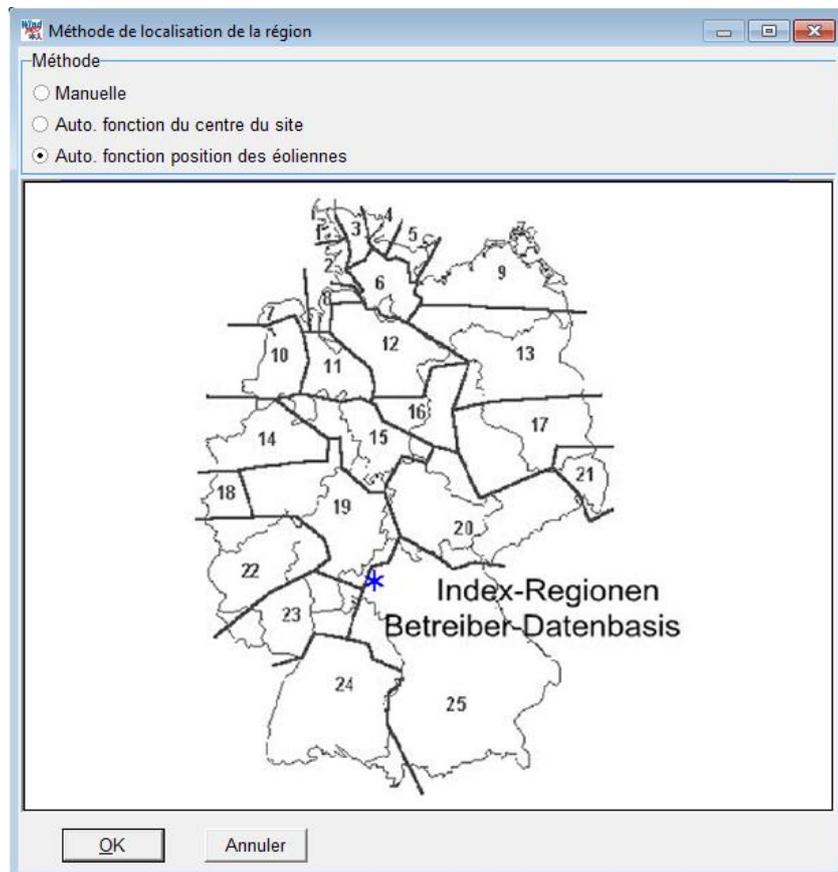


C'est dans le coin supérieur droit de la fenêtre que se fait le choix du *Jeu* d'indices ainsi que l'accès à la *Bibliothèque* d'indices.

Les jeux d'indices « officiels » d'Allemagne et du Danemark sont présentés sur une carte qui s'affiche en cliquant sur le bouton *Carte indices*.

Voir Figure 23.

Figure 23



Le choix du jeu d'indices peut se faire automatiquement, en fonction de la position des éoliennes ou manuellement voir Figure 24.

Si on coche l'option *Manuelle*, il faut ensuite indiquer le numéro du jeu d'indices dans le menu situé sous *Cartes indices*, voir Figure 23

Note : Les jeux d'indices « officiels » d'Allemagne ne sont pas inclus dans WindPRO, ils doivent être copiés dans la *Bibliothèque*, par contre, la carte est téléchargeable à partir du serveur EMD.

Figure 24

Le bouton *Bibliothèque*, voir Figure 23, ouvre la fenêtre *Bibliothèque d'indices* de la Figure 25 où se font les opérations d'acquisition, de création et de modification des jeux d'indices. Simplement les opérations nécessitant une note explicative sont présentées à la suite.

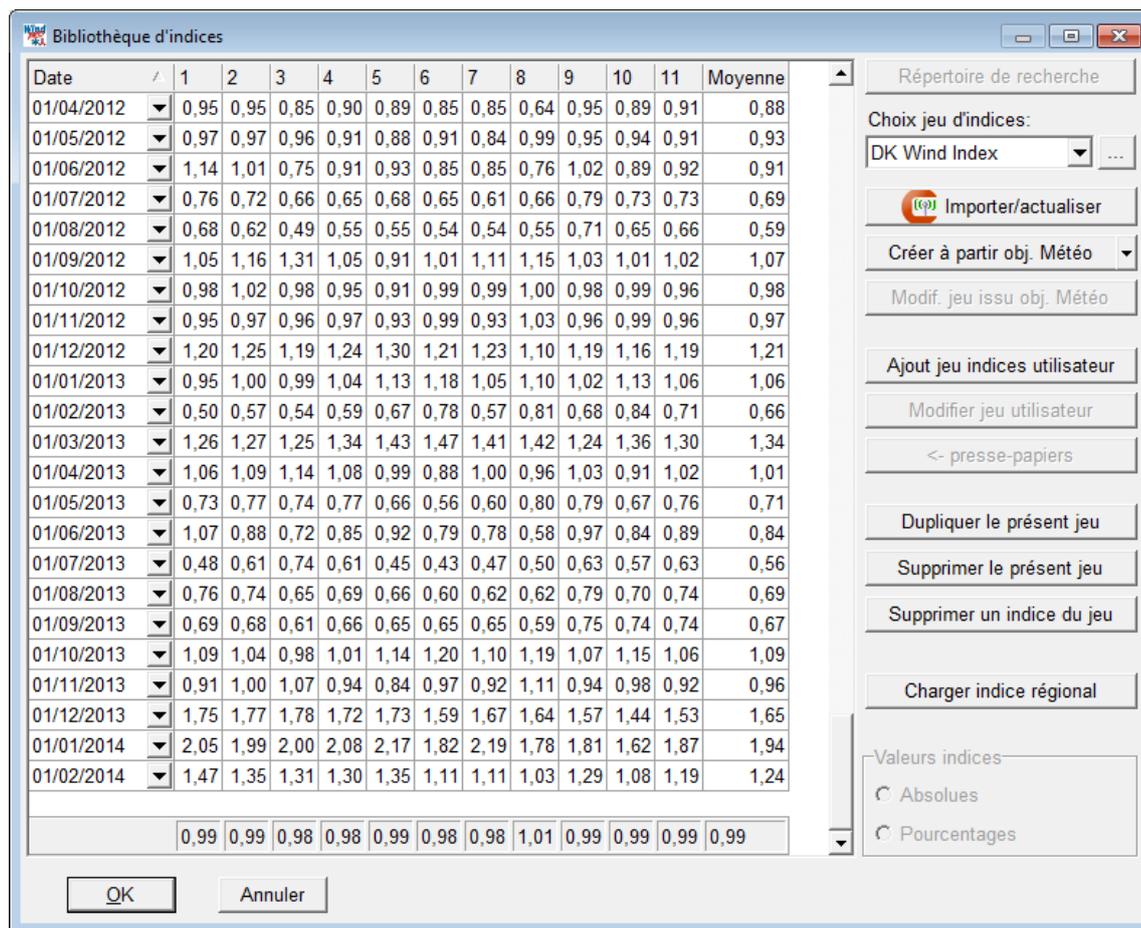


Figure 25

- *Importer/actualiser* : s'applique seulement aux indices « officiels » du Danemark, dans la version actuelle.
- *Créer à partir obj. Météo* : permet de créer un jeu d'indices à partir des données de vent d'un objet Météo.
- *Ajout jeu indices utilisateur* : permet de copier des jeux d'indices dans Excel et de les coller dans la bibliothèque.

La création d'un jeu d'indices à partir des données de vent d'un objet Météo nécessite la conversion des vitesses du vent en énergie du vent.

Le paramétrage de cette conversion se fait dans l'onglet *Courbe de puissance* de la fenêtre *Paramétrage calcul indices du vent*, voir Figure 26, en spécifiant la courbe de puissance à utiliser (éolienne ou générique) et, surtout, en extrapolant les vitesses du vent de manière à ce que leur vitesse moyenne soit identique à celle constatée à hauteur de moyeu des éoliennes du parc afin que les variations des indices calculés soient les plus proches possible de la réalité (le paramétrage de la conversion est identique à celui de la MCP Indicielle).

L'onglet *Choix série temporelle* permet de désigner l'objet Météo contenant les données de vent, de délimiter l'intervalle à utiliser à l'intérieur de la période où les données sont disponibles et d'introduire une correction sur les *Indices d'énergie du vent sur la période de référence* si l'on sait que les données de vent ne sont pas représentatives du long terme.

## 730 • 14.5 Onglet Graphiques dans le cas de données mensuelles

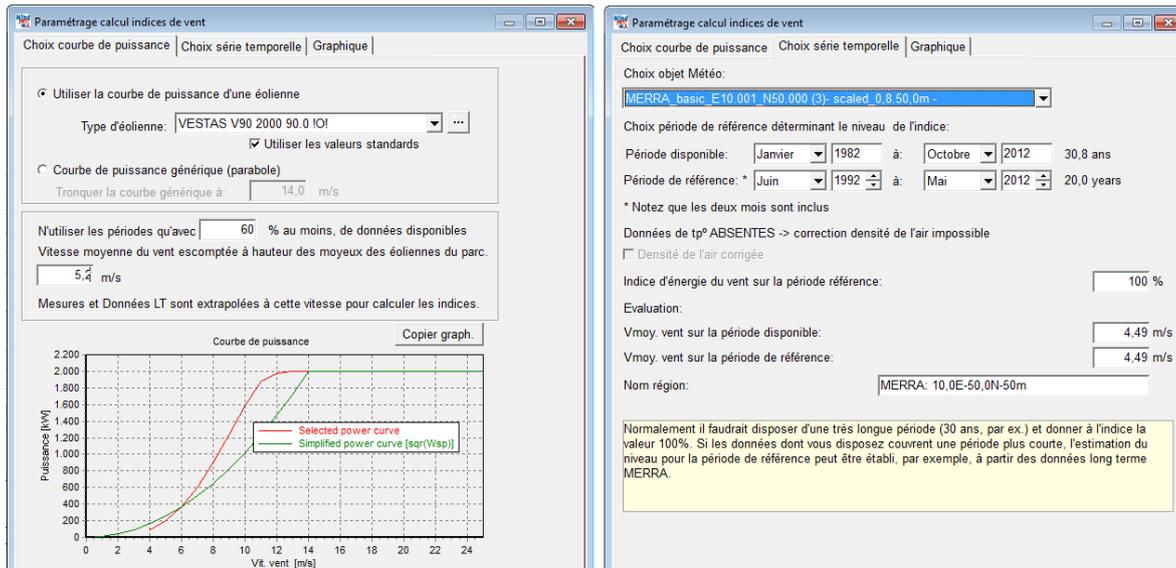


Figure 26

### Evaluation du jeu d'indices.

Un indicateur de la qualité du jeu d'indices généré est donné par le graphique de *Corrélation* de la Figure 27.

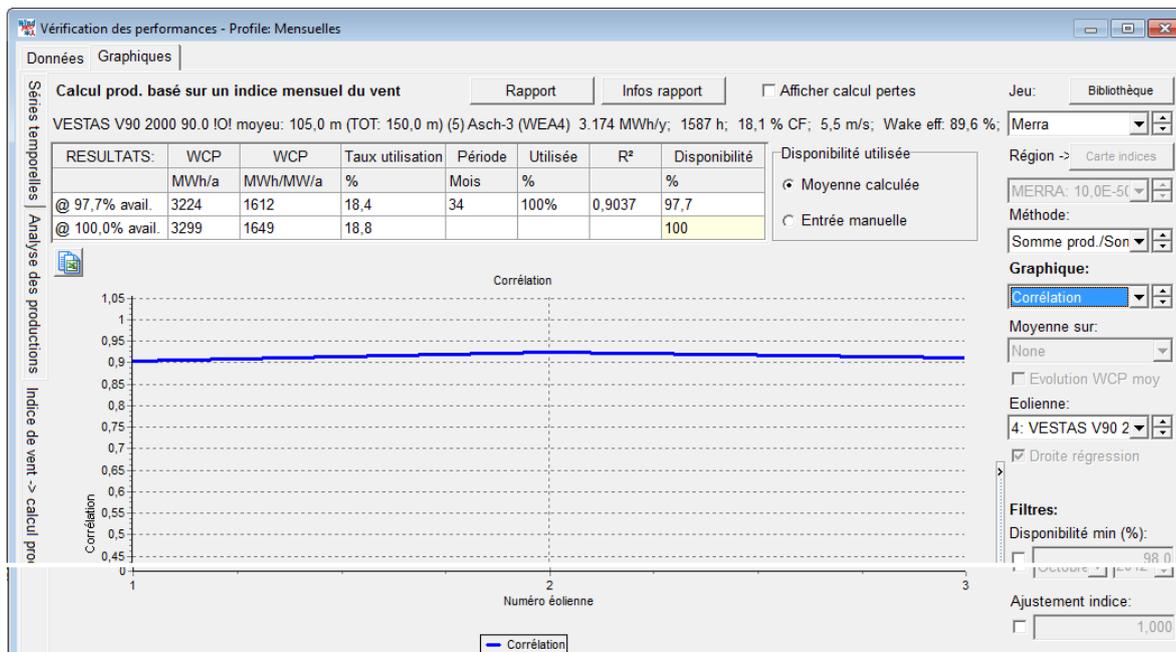


Figure 27

Il est important de noter que la qualité du jeu d'indices est dépendante de la représentativité sur le long terme des données de vent utilisées pour le générer. A cela, s'ajoute l'incertitude relative aux effets du changement climatique, avéré en Europe du nord. Quelle durée doivent couvrir les données pour être représentatives du futur long terme reste une question, on peut trouver à ce sujet plusieurs publications.

### 14.5.3 Estimation des pertes

Voir Figure 28.

Ce petit outil permet d'estimer les pertes pour une période défini par l'utilisateur.

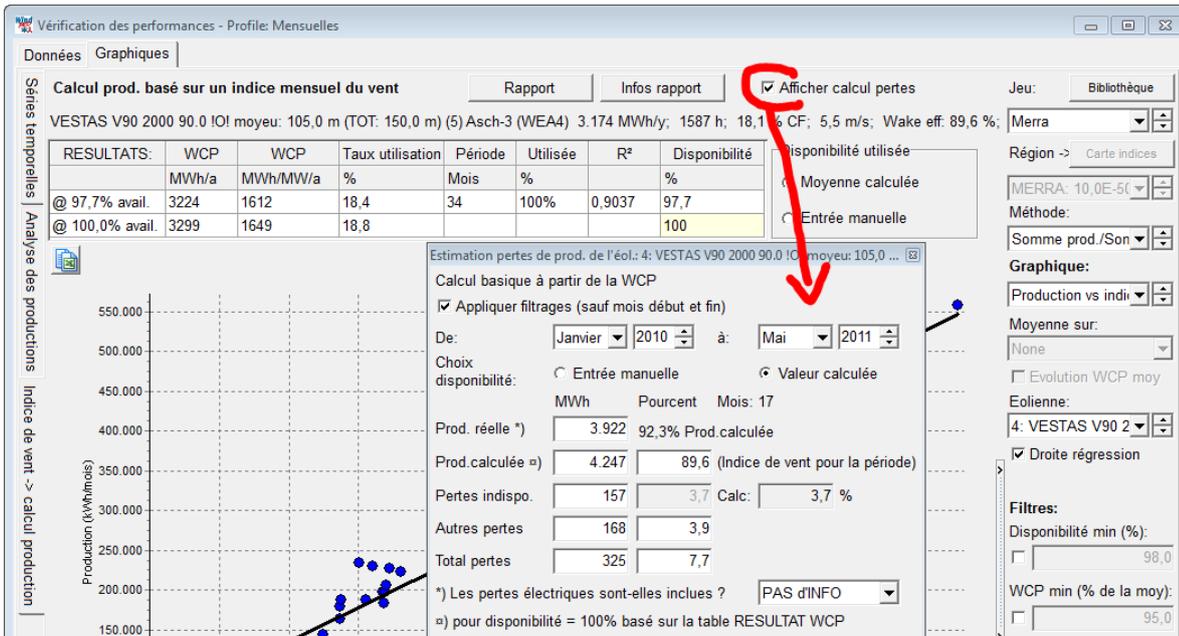
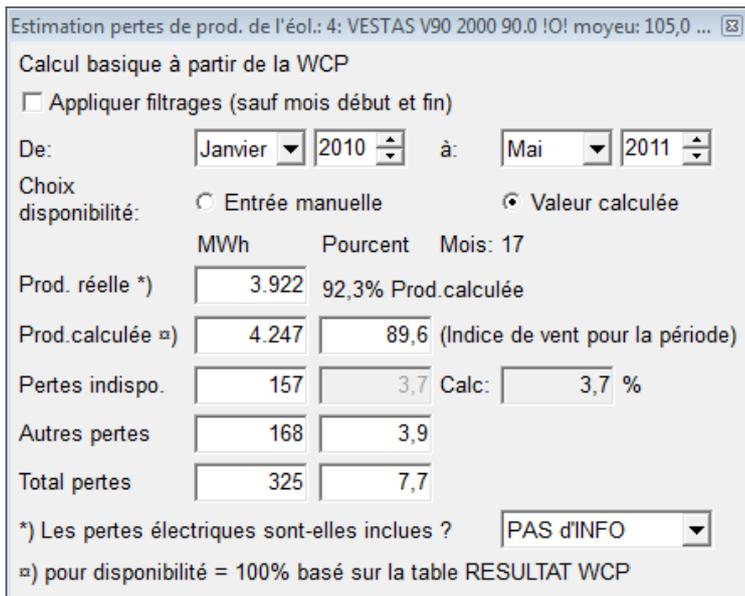


Figure 28

L'estimation des pertes est faite de la manière suivante, voir Figure 29 :



Pour la période choisie, 01/2010->05/2011 la production réelle relevée (*Prod. réelle*) = 3922 MWh, la production calculée sur la base du jeu d'indices (*Prod. calculée*) = 4247 MWh, le *Total des pertes* = 4247-3922 = 325 MWh. L'indisponibilité calculée (*Calc*) à partir des données = 3,7% soit des *Pertes d'indisponibilité* = 4247 x 3,7% = 157 MWh, d'où les *Autres pertes* = 325 - 157 = 168 MWh.

Figure 29

*Appliquer filtrages* permet d'avoir un aperçu qui prend en compte SEULEMENT les mois non filtrés à l'intérieur de période.

*xx,x% de la Prod. Calculée* permet de voir le niveau de performance des éoliennes sur la période choisie.

*Les pertes électriques sont-elles incluses ?* permet d'indiquer, le cas échéant, si données de production incluent ou pas les pertes électriques et par conséquent de savoir si les *Autres pertes* incluent ou pas les pertes électriques.

### 14.5.4 Rapport

Pour produire le rapport il faut cliquer sur le bouton *Rapport* du sous-onglet *Indice vent -> calcul production*. Le rapport se compose de 3 parties :

- *Principaux résultats* : présente les hypothèses et la synthèse des principaux résultats
- *Pertes* : présente l'analyse des pertes
- *Prévision* : donne les résultats du calcul prévisionnel de production fondée sur les indices d'énergie du vent et les données production.

La Figure 30 présente la partie *Principaux résultats* du rapport.

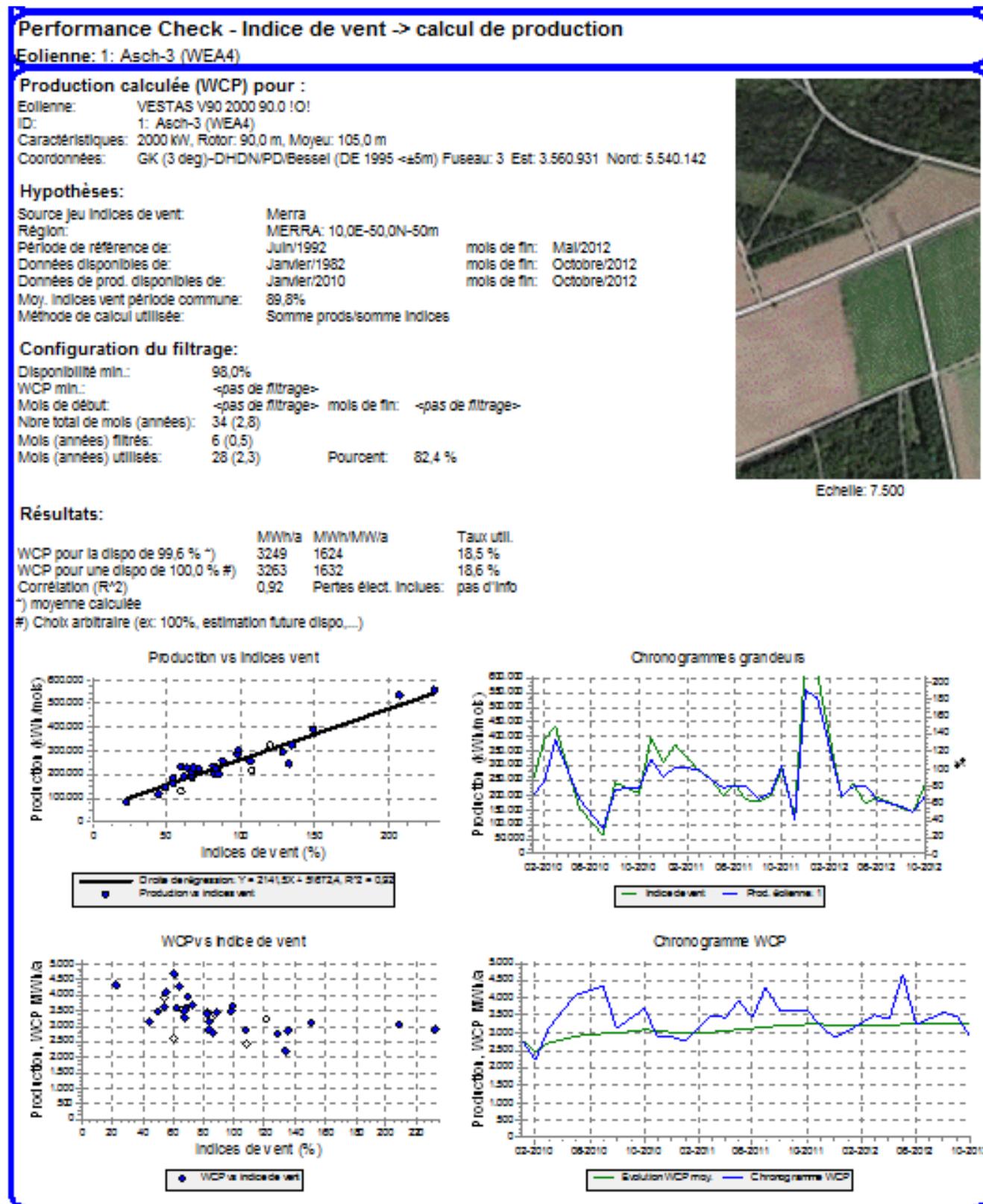


Figure 30

### 14.5.5 Sous-onglet *Analyse des productions*

Voir 14.6.2.

## 14.6 Onglet *Graphiques* dans le cas de données haute résolution

Ici, « données haute résolution » désigne les séries dont la périodicité des données est inférieure à 1 mois, typiquement 1 jour, 1 heure ou 10mn.

Ces données sont issues des SCADAs (systèmes de contrôle et supervision des éoliennes), notez qu'elles n'incluent pas les pertes électriques.

Ces données sont bien adaptées à la vérification du modèle utilisé pour le calcul de productible, car l'information de direction du vent nécessaire à des analyses par secteur est généralement disponible, et à l'analyse des courbes de puissance pour laquelle il est préférable d'utiliser des données 10mn.

### 14.6.0 Sous-onglet *Séries temporelles*

Ce sont ces chronogrammes qui permettent un examen très fin des données, voir Figure 31.

Si un calcul *Distribution du productible* a été réalisé avec PARK, il est possible de comparer, entre autres, les productions relevés avec les productibles calculés. Les résultats issus du calcul *Distribution du productible* sont tracés en trait fin, les données sont tracées en trait épais.

On remarque dans l'exemple de la Figure 31 un décalage entre les directions du vent, c'est une situation que l'on trouve fréquemment qui est souvent due à des systèmes de pilotage de l'orientation des éoliennes peu performants. Par conséquent, l'option *N'utiliser que la dir. Calc.* a été mise en place, elle permet de travailler uniquement avec les directions du calcul *Distribution du productible*.

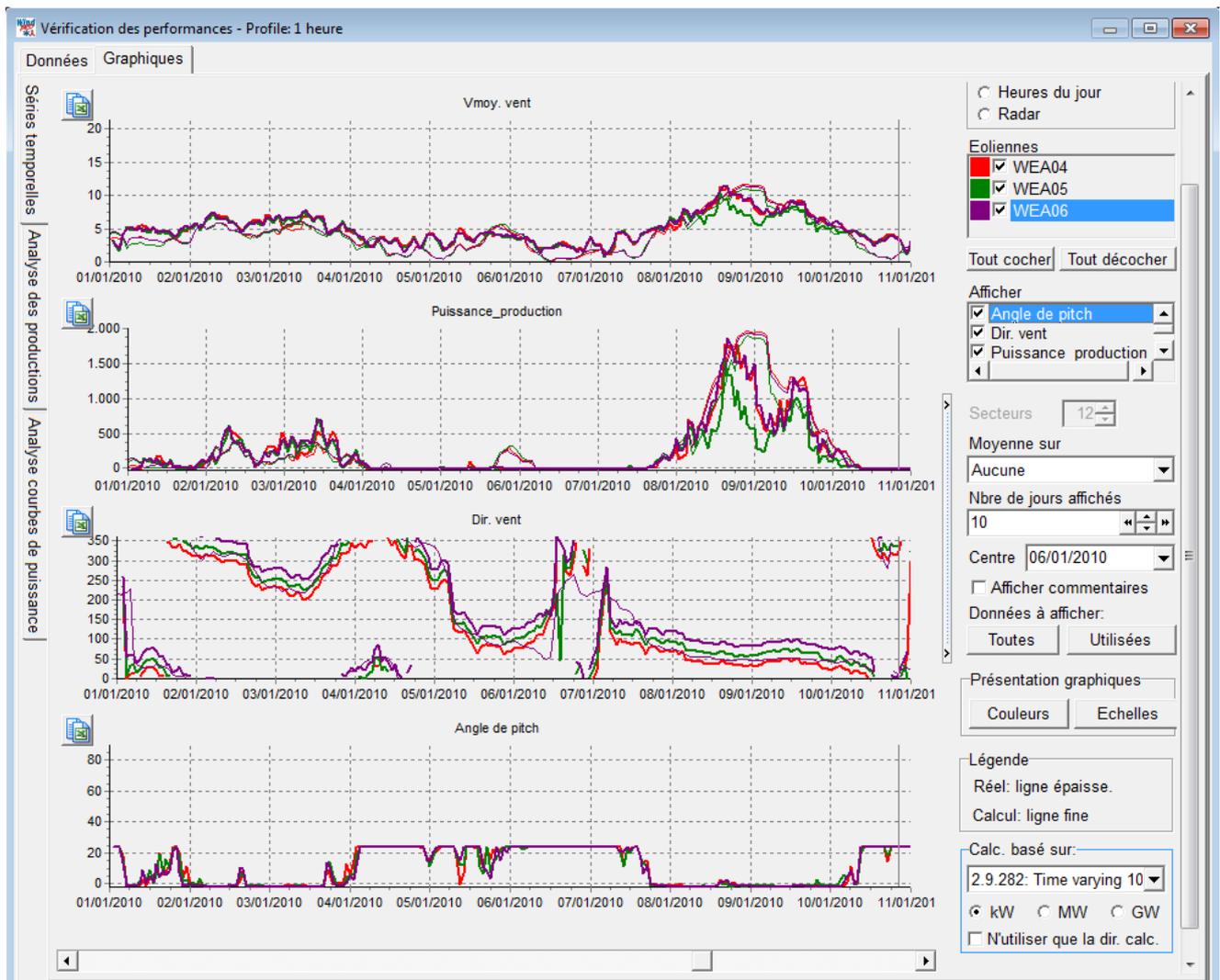


Figure 31

Comme avec l'objet Météo des intégrations peuvent être faites à l'aide du menu *Moyenne sur*.

Comme avec l'objet Météo il est possible, à partir du graphique, d'exclure des calculs des périodes avec des données douteuses, mais il est préférable d'utiliser cette possibilité seulement pour les données erronées. Pour les données douteuses il est préférable d'utiliser les *Filtres* paramétrables (voir sous-onglets *Analyse des productions* et *Analyse courbes de puissance*) qui pourront mettre en évidence la nature de ces données - douteuses ou résultant d'une baisse de performance.

### 14.6.1 Sous-onglet *Analyse courbes de puissance*

Il est très important de signaler que cet outil ne sert pas à vérifier que la courbe de puissance est conforme à la spécification du fabricant, pour cela il faudrait disposer de mesures du vent établies selon le protocole IEC 61400-12-1 standard.

Cet outil doit être utilisé pour détecter des changements au cours du temps ou à la suite de modifications sur la machine et pour faire de nombreuses autres analyses.

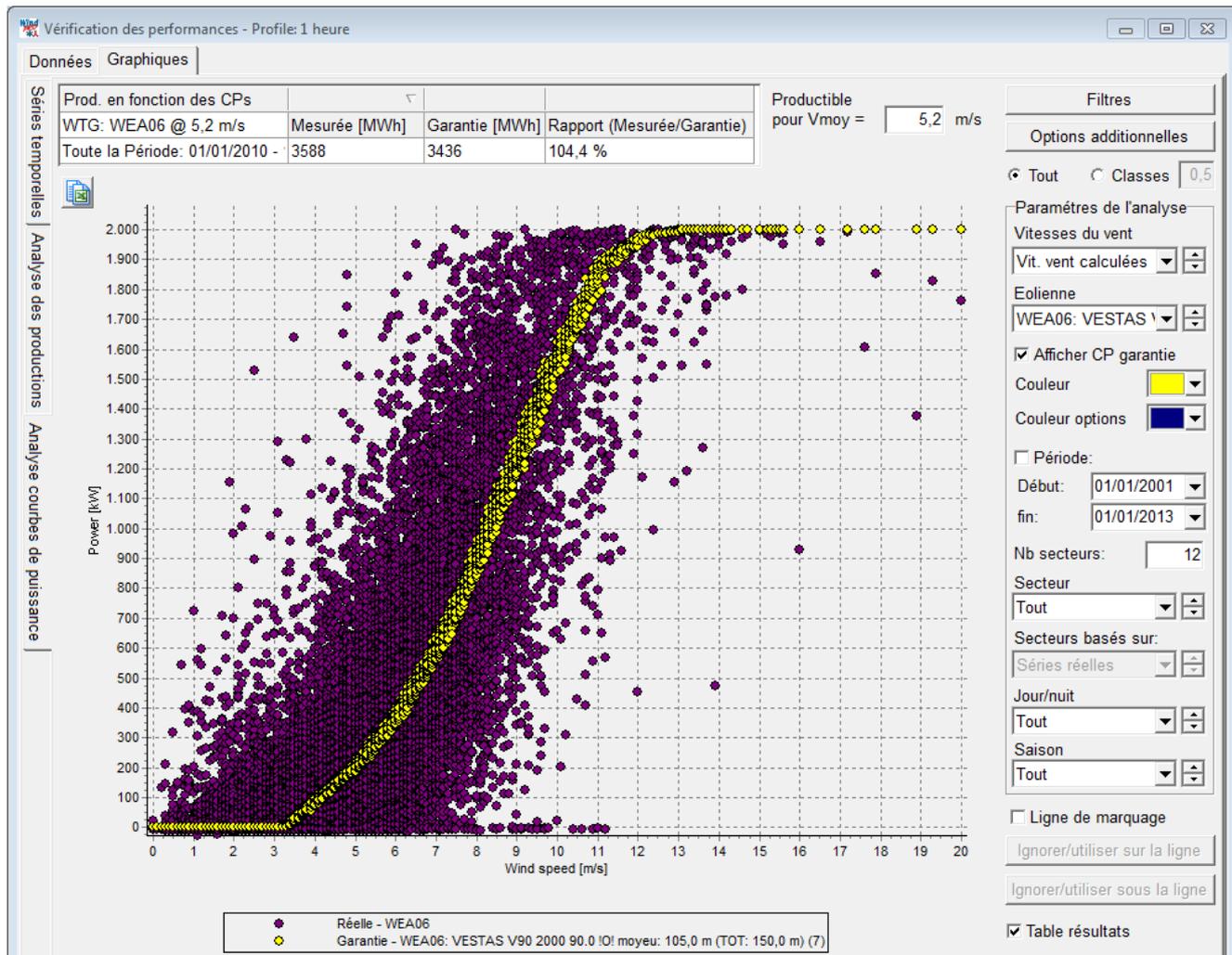


Figure 32

*Vitesses du vent* : ce menu permet de choisir les vitesses du vent à utiliser.

Dans l'exemple de la Figure 32, ce sont les *Vitesses contenues dans l'objet Eolienne*, c'est-à-dire celles qui ont été enregistrées par l'anémomètre de l'éolienne, qui sont utilisées. Ces vitesses sont affectées par les effets de la nacelle et du rotor sur le vent.

On peut aussi utiliser les *Vitesses de vent calculées* (si les résultats d'un calcul PARK *Distribution du productible* ont été chargés), mais aussi les vitesses du vent enregistrées dans un objet Météo.

Ce large choix multiplie les possibilités d'analyse.

*Eolienne* : ce menu permet de sélectionner l'éolienne que l'on veut analyser.

*Afficher CP garantie* : montre la courbe de puissance utilisée par le calcul PARK *Distribution du productible* qui est typiquement la courbe de puissance garantie par le fabricant modifiée par WindPRO pour tenir compte de la

densité de l'air. Ici, les vitesses calculées par PARK sont utilisées, c'est-à-dire les vitesses réduites par les effets des sillages.

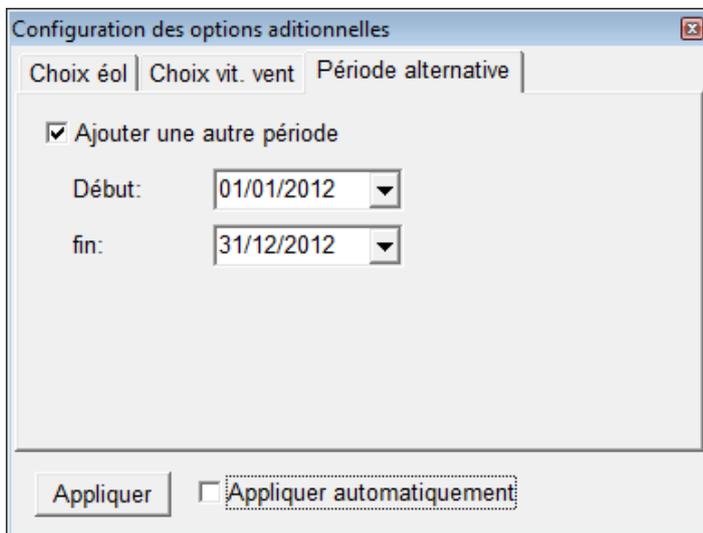
La dispersion qui apparaît sur l'exemple de la Figure 32 est dû au fait que la courbe de puissance est corrigée en fonction des variations de densité de l'air (car le calcul *Distribution du productible* a été fait en prenant en compte les variations de la température de l'air). Cela pose un problème important de comparaison avec la courbe de puissance garantie qui elle est donnée à la pression atmosphérique standard dans les spécifications des fabricants.

### Comparaison des courbes de puissance

Le cadre *Prod. en fonction des CPs* donne les productibles de la courbe de puissance *Mesurée* et de la courbe de puissance *Garantie*, pour une vitesse moyenne du vent que l'on indique dans le champ *Productible pour Vmoy* = (on utilise une distribution de Raleigh de la vitesse du vent).

La courbe puissance *Mesurée* est calculée à partir des puissances relevées pour chaque classe de vent et de la méthode normale WindPRO d'extrapolation jusqu'à la vitesse de coupure indiquée dans les spéc de l'éolienne quand la quantité des données mesurées est insuffisante pour établir cette partie de la courbe de puissance. Note : on utilise des classes de vent de largeur égale à 0,5m/s.

Le bouton *Options additionnelles* ouvre la fenêtre de la Figure 33 qui donne accès à plus de comparaisons :



L'onglet *Choix éol* permet de comparer les CPs de deux machines.

L'onglet *Choix vit. vent* permet de comparer les CPs établies à partir de données de vitesses de vent issues de source différentes.

L'onglet *Période alternative* permet de comparer les CPs établies à partir de deux périodes de mesures différentes.

Figure 33

La Figure 35 compare les courbes de puissance calculées à partir des données de vent relevées par l'anémomètre de la nacelle à deux périodes différentes. On constate, pour la période la plus récente, une amélioration du productible de presque 20% !

De tels écarts ne sont pas réalistes, et, après investigation, on a découvert que l'anémomètre de la nacelle avait été recalibré !

La même comparaison, basée cette fois-ci sur des données de vent issues d'un modèle méso-échelle, montre un accroissement de seulement 1,7%, voir Figure 34, mais étant donné la densité moyenne de l'air moindre pendant la période la plus récente au aurait dû avoir un productible moindre de 1,2% d'où les 2,9% qui apparaissent dans la troisième colonne.

A noter également qu'aucun filtrage des mesures n'a été fait et que sans doute que les écarts du *Rapport* (*Mesurée/Garantie*) proviennent aussi de différences de disponibilité de la machine entre les deux périodes.

Vérification des performances - Profile: 1 heure				
Données   Graphiques				
Séries temporelles	Prod. en fonction des CPs			
	WTG: WEA06 @ 5,2 m/s	Mesurée [MWh]	Garantie [MWh]	Rapport (Mesurée/Garantie) [%]
	Période 1: 01/01/2010 - 31/03/2011	3215	3452	93,1 %
	Période 2: 01/04/2011 - 31/12/2012	3271	3412	95,9 %
Rapport	101,7 %	98,8 %	102,9 %	

Figure 34

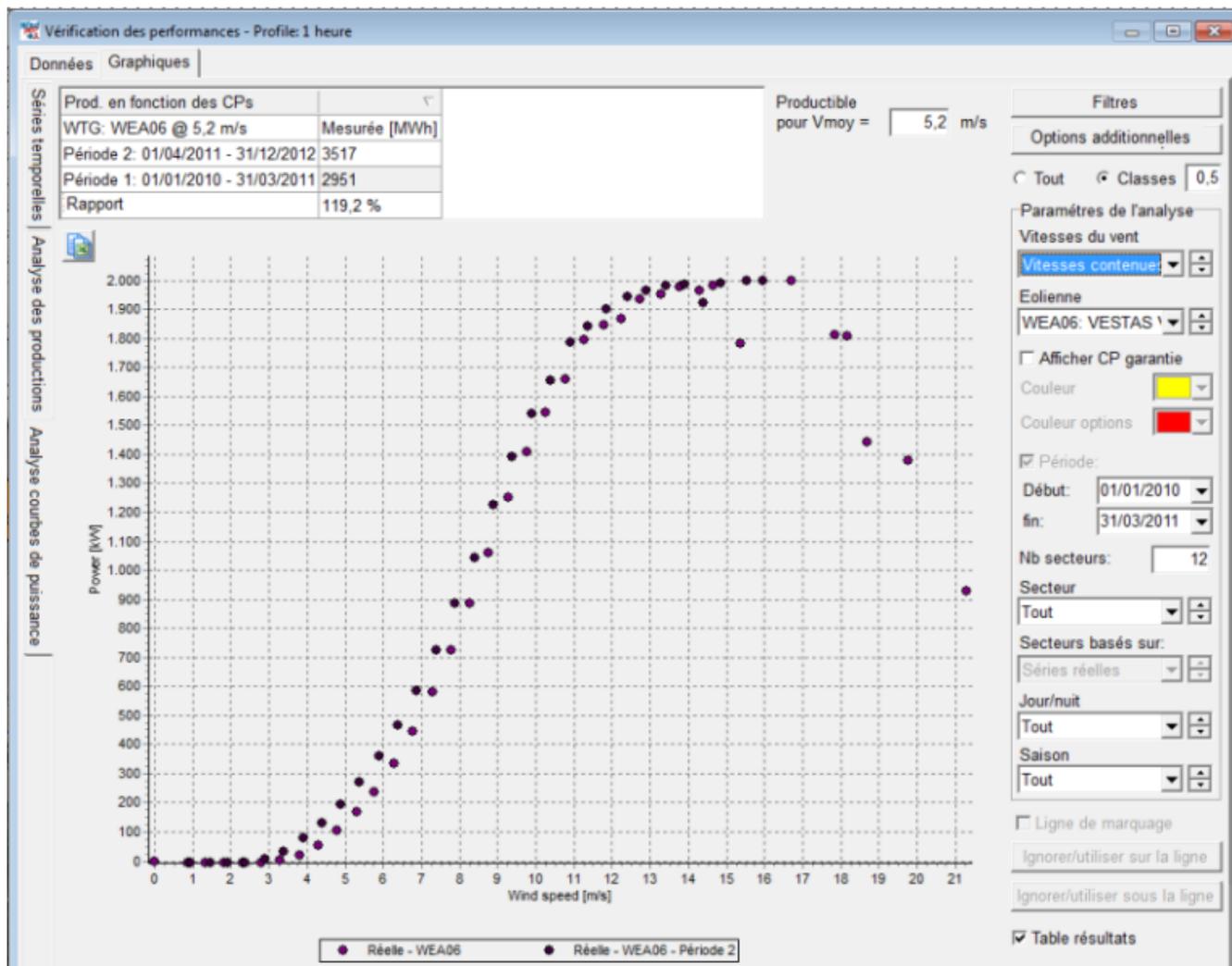


Figure 35

Pour l'analyse des courbes de puissance il faut utiliser les filtres avec précaution. Par exemple, si toutes les puissances négatives sont supprimées la courbe de puissance va remonter aux basses vitesses du vent. Il ne faut pas utiliser les filtres pour éliminer les données erronées, la meilleure démarche est d'utiliser la fonction *Ignorer* (voir objet Météo) pour éliminer ces données et de réserver l'usage des filtres aux analyses.

Les sélections *Secteur*, *Jour/nuit*, *Saison*, sont également disponibles pour l'analyse des courbes de puissance. Le choix du secteur peut être important si par exemple la configuration du parc fait qu'il n'existe qu'un seul secteur où les vitesses du vent vu par l'éolienne et par le mât de mesures sont les mêmes.

### 14.6.2 Sous-onglet *Analyse des productions*

C'est dans ce sous-onglet qu'on peut effectuer le plus grand nombre de comparaisons entre productions *Réelle* et *Calculée* et trouver les ajustements à apporter au modèle de calcul.

Dans le graphique de la Figure 36, chaque point représente la production *Calculée* (abscisse) et la production *Réelle* (ordonnée) à la même heure (données horaires).

On constate une très grande dispersion des points, cela est dû aux données de vent méso-échelle utilisées pour le calcul car ces données présentent un décalage temporel par rapport à la réalité (les coups de vent arrivent avant ou après l'heure réelle), mais une bonne corrélation peut apparaître en intégrant ces données.

D'autre part, en utilisant les filtres, on aurait pu exclure les périodes d'indisponibilité pour ne retenir dans l'analyse que les périodes où l'éolienne est en fonctionnement normal et réduire ainsi la dispersion mais aussi obtenir une bonne estimation des pertes dues à l'indisponibilité de la machine.

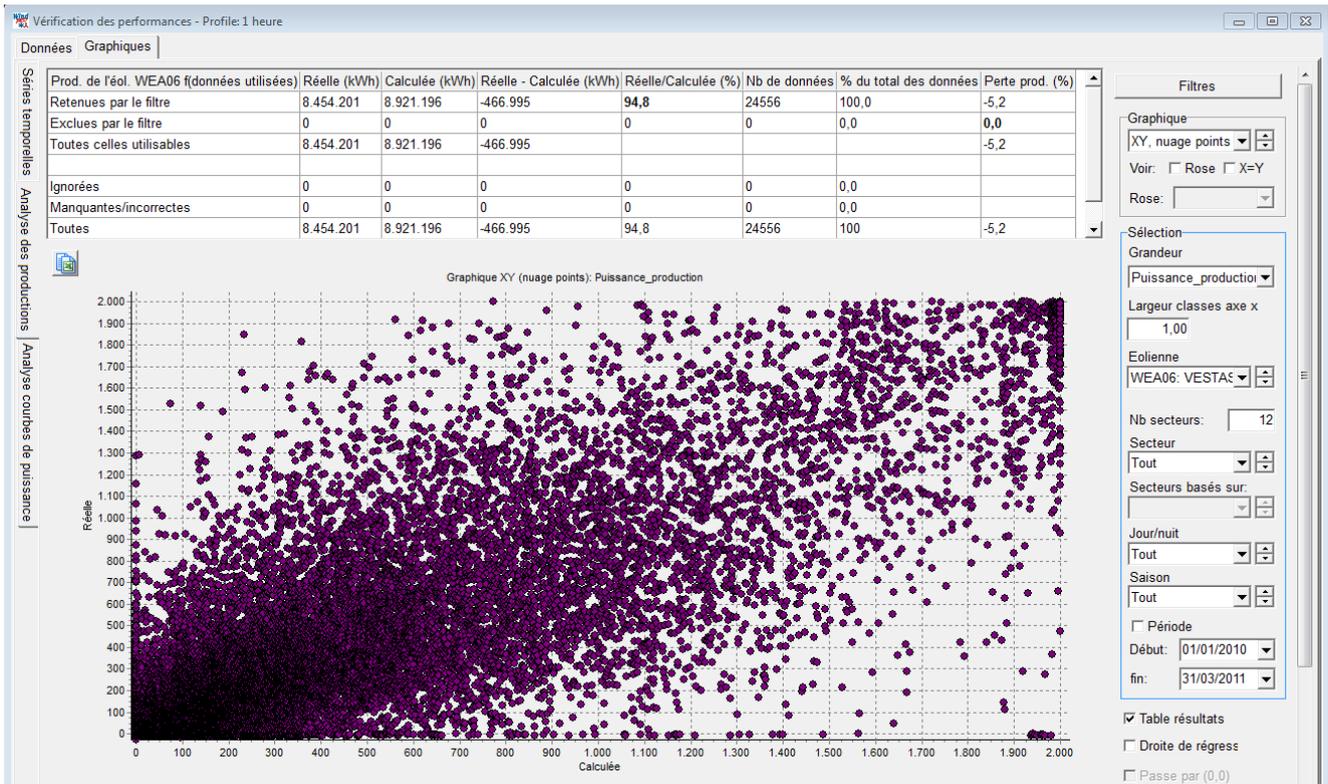


Figure 36

En excluant de l'analyse, à l'aide du filtrage de la Figure 37, les productions réelles comprises entre -99kW et 0,1KW, on obtient les résultats de la Figure 38. Nous filtrons -28630 KWh sur la production Réelle et 291206 KWh sur la production Calculée soit une perte de 3,6% sur une période de presque 3 ans d'exploitation. On remarque qu'après filtrage le rapport Réelle/Calculé = 98,3% cela signifie que le modèle de calcul est correctement ajusté et par conséquent que la valeur de la perte est assez précise.

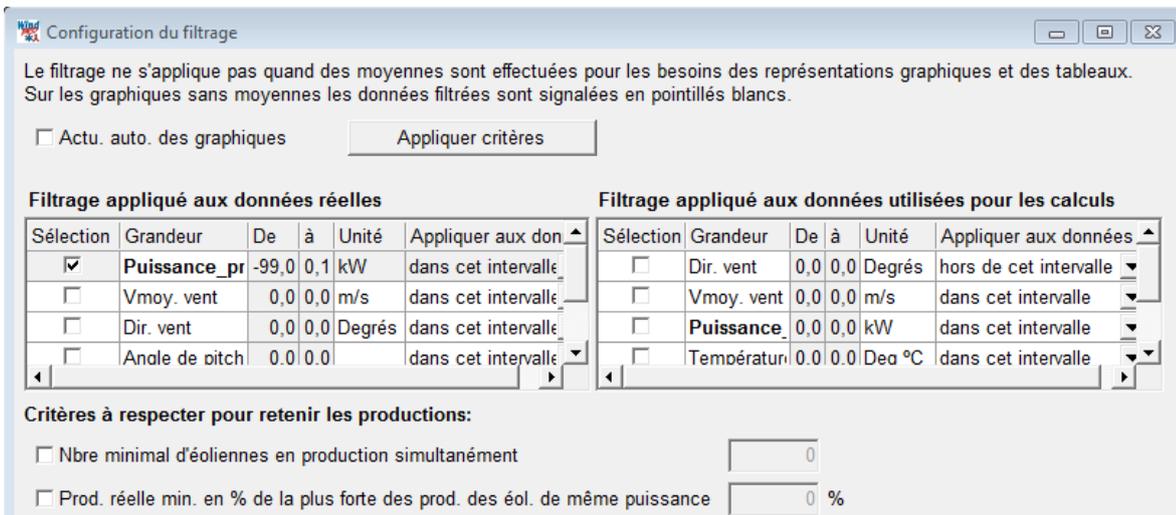


Figure 37

Prod. de l'éol. WEA06 f(données utilisées)	Réelle (kWh)	Calculée (kWh)	Réelle - Calculée (kWh)	Réelle/Calculée (%)	Nb de données	% du total des données	Perte prod. (%)
Retenues par le filtre	8.482.831	8.629.990	-147.159	98,3	19406	79,0	-1,6
Exclues par le filtre	-28.630	291.206	-319.836	-9,8	5150	21,0	-3,6
Toutes celles utilisables	8.454.201	8.921.196	-466.995				-5,2
Ignorées	0	0	0	0	0	0,0	
Manquantes/incorrectes	0	0	0	0	0	0,0	
Toutes	8.454.201	8.921.196	-466.995	94,8	24556	100	-5,2

Figure 38

En regroupant les productions par classes, voir Figure 39, on constate que l'écart entre les productions *Réelle* et *Calculée* se produit aux puissances de fonctionnement supérieures à 1000kW, c'est-à-dire aux haute vitesses du vent, cela peut être dû à un problème de pilotage de l'éolienne mais aussi un problème lié au données de vent méso-échelle utilisées pour le calcul.

En ajoutant la rose des productions on voit que l'origine de l'écart semble concentré dans le secteur OSO cela ouvre une autre piste d'investigation qui est la vérification de la description du terrain utilisée par le modèle de calcul.

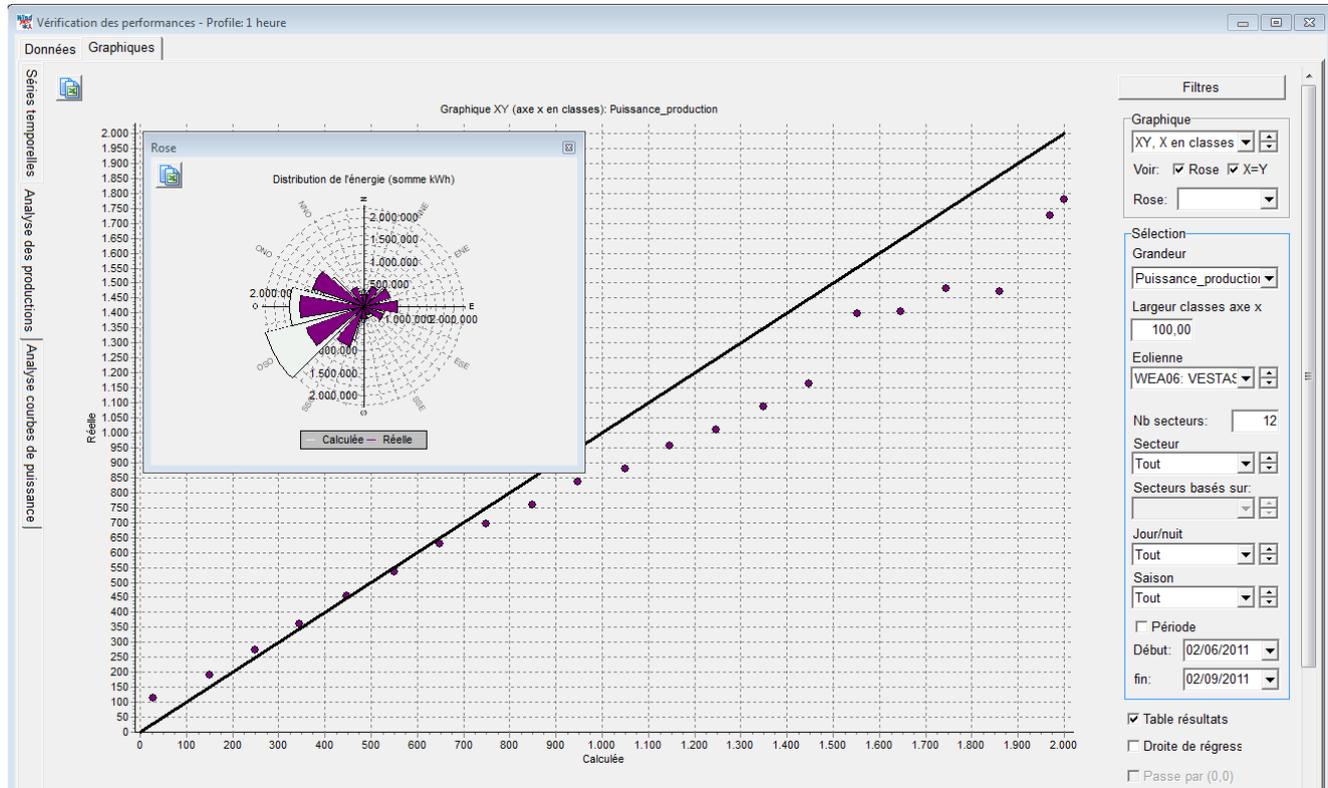


Figure 39

En examinant le graphique *Par éolienne* de la Figure 40, on voit que le déficit de production vient surtout d'une éolienne.

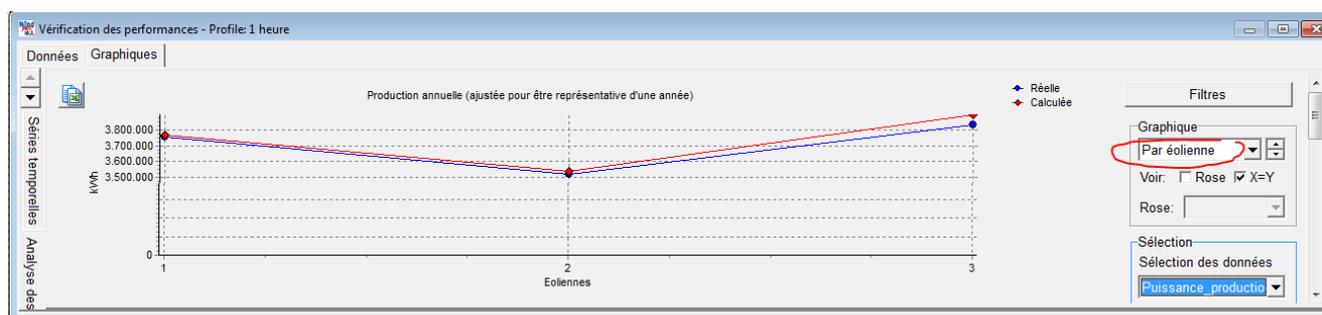


Figure 40

L'examen du secteur OSO, voir Figure 41, confirme ce que montrait déjà la Figure 39.

Si on examine la disposition des éoliennes, voir Figure 42, il semble que les effets de la forêt en particulier sur les éoliennes WEA-5 et WEA-6 soit mal traduits dans le modèle bien que des translations de hauteur de 3m aient été appliquées à ces machines. Il semble se confirmer que la description du terrain ou son interprétation par le modèle soit déficiente.

La poursuite de l'analyse peut révéler la combinaison de plusieurs phénomènes, dans l'exemple présenté des effets de sillages mal calculés pourraient être pour partie la cause du déficit de production.

Autre point important : les extrapolations directes des vitesses du vent issues d'un modèle méso-échelle ne devraient pas être directement utilisées pour alimenter les modèles micro-échelle. Elles requièrent certains ajustement pour tenir compte de la différence des modèles, cela fait partie des développements prévus dans les futures versions de WinPRO.

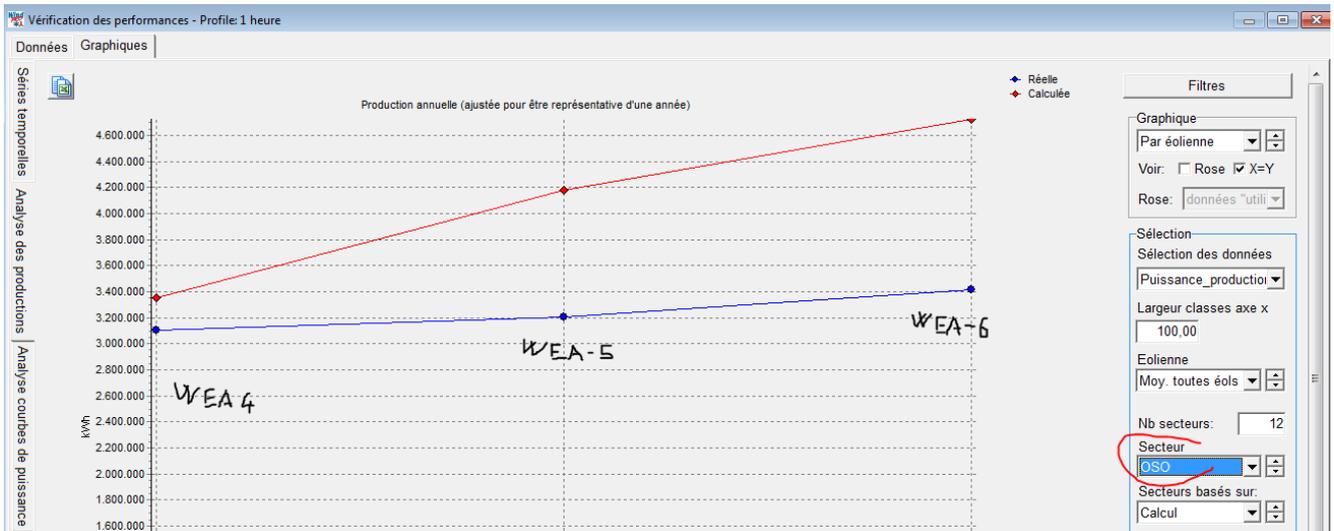


Figure 41



Figure 42

### 14.6.3 Sous-onglet *Graphique XY*

Ce sous-onglet qui permet de tracer la correspondance entre deux grandeurs quelconques entrées en x et y n'est pas encore implémenté. Mais on peut charger les données dans un objet Météo pour utiliser cette fonction.

### 14.6.4 Utilisation et extraction des résultats

Après avoir fait, si c'est une des causes, les ajustements dans le réglage du modèle et de la description du terrain qui donnent des productions *Réelle* et *Calculée* parfaitement concordantes pour la période analysée, relancez le calcul *Distribution du productible* avec ces ajustements pour estimer la production à long terme en utilisant 10 ans, 15 ans ou toute la période couverte par les données vent, voir (1) de la Figure 43.

Les productions peuvent générées également sous forme annuelle mais aussi mensuelle, voir (2) de la Figure 43, afin de vérifier à nouveau qu'elles concordent bien avec les productions *Réelles* chargées dans les objets éoliennes.

**TRES important** : le résultat obtenu N'EST PAS le productible calculé par PARK. Ce dernier se fonde sur des *statistiques éoliennes* qui n'intègrent pas des données de production.

Le bon résultat se trouve enregistré dans un fichier résultat ou dans le presse-papiers. A partir de ce dernier on peut coller les résultats directement sur une feuille Excel. Voir (3) Figure 43, Figure 44 et Figure 45.

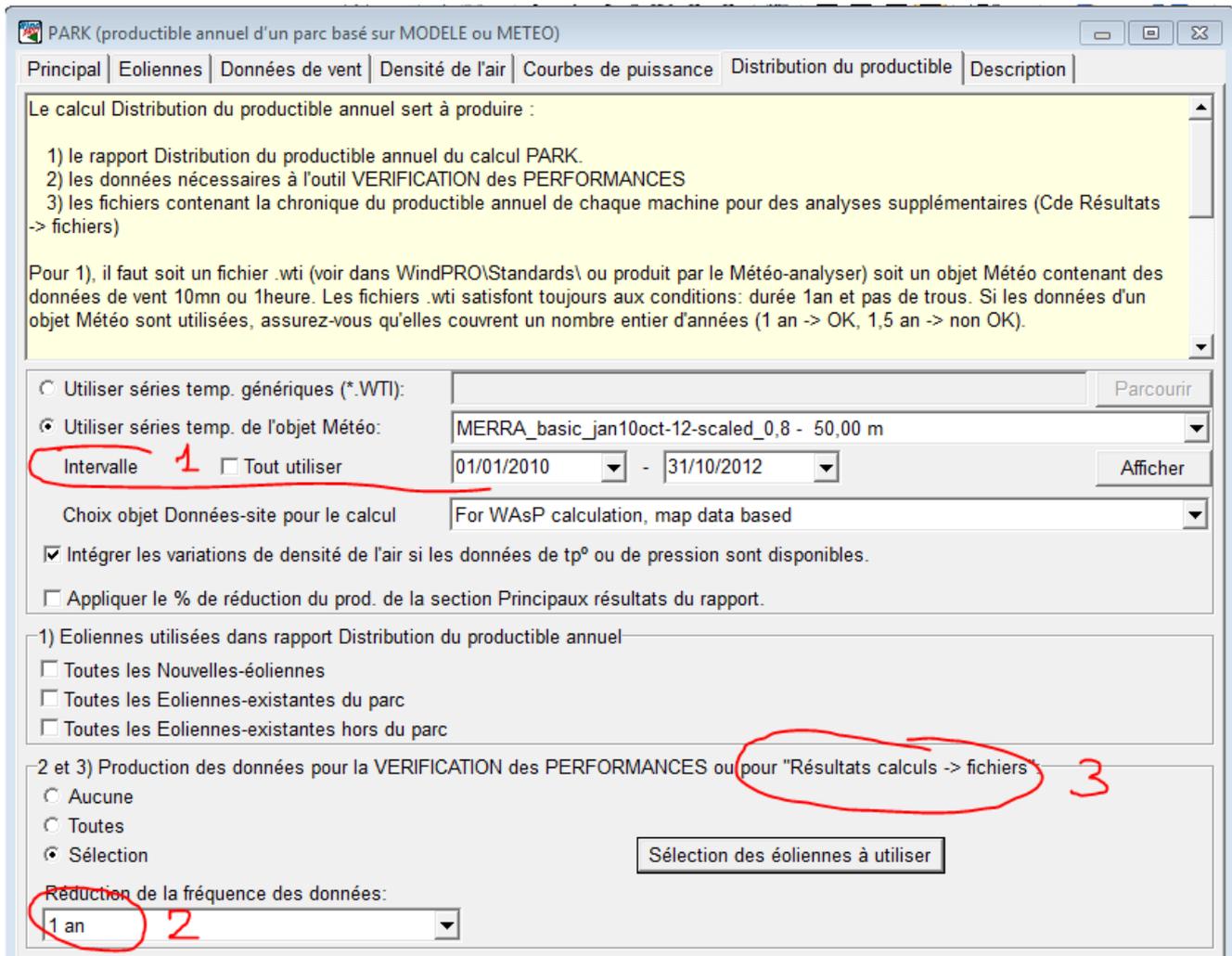


Figure 43

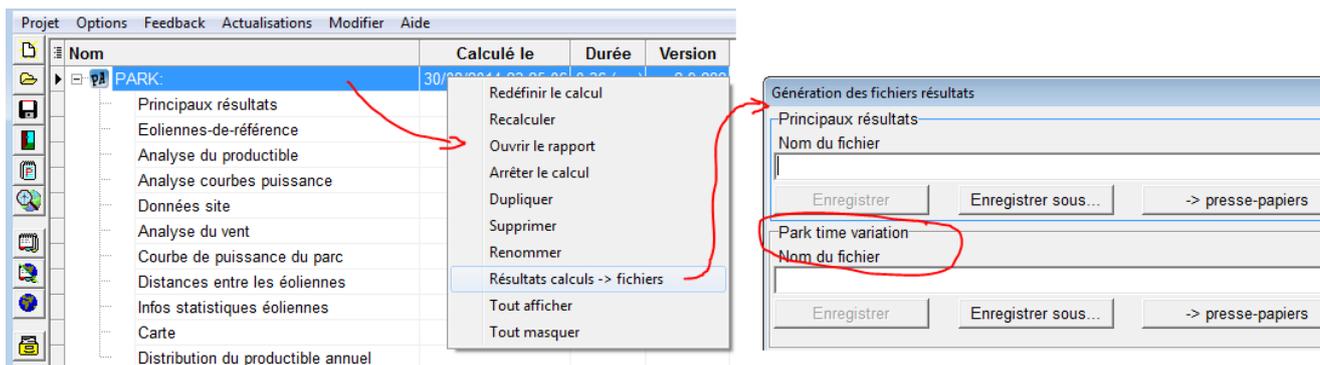


Figure 44

EmdConwx_N50.000_E009.830 (69) 100m scaled 0,8 - 100,00 m Data is NOT air density corrected								
Measure hei	3559581	5540737			4	5	6	
Time stamp	Wind speed [m/s]	Direction [°]	Temperature °C	Pressure [hPa]	Energy [kWh]	Energy [kWh]	Energy [kWh]	
01/01/2001	5	251	0	0	2783888	2706509	2997379	
01/01/2002	5	240	0	0	3088495	3046134	3271219	
01/01/2003	4,8	227	0	0	2631870	2611649	2782741	
01/01/2004	5	259	0	0	2989528	2928645	3162597	
01/01/2005	4,9	255	0	0	2683444	2530795	2818445	
01/01/2006	5	227	0	0	2790244	2796321	3002223	
01/01/2007	5,3	257	0	0	3527336	3433422	3721371	
01/01/2008	5,1	239	0	0	2886609	2883832	3108782	
01/01/2009	4,9	253	0	0	2640540	2526489	2803011	
01/01/2010	4,8	285	0	0	2520334	2380288	2655587	
01/01/2011	4,8	214	0	0	2714389	2687116	2888485	
01/01/2012	5	242	0	0	2785958	2679148	2976650	
01/01/2013	7	202	0	0	425	449	523	

Figure 45