

GESTION DES DONNÉES ET AIDE À LA DÉCISION DES OPÉRATEURS

Montréal, le 18 juin 2013



OSIRIS

**SÉMINAIRE
RÉGIONAL**

La puissance des données

C A N A D A

PROSPÉRER
DANS UN
MONDE EN
CHANGEMENT

Francis Pelletier, ing., M.ing
Consultant indépendant en énergie éolienne



Francis Pelletier, ing., M.ing. Consultant indépendant en énergie éolienne

FORMATION

2000 – 2002	Maitrise: Conception d'un site d'évaluation de performance d'éoliennes
2008 - ...	Doctorat: Évaluation et amélioration de performance de projets éoliens

PARTENAIRES



EXPÉRIENCE

1997 – 2000	GE: Moteurs d'avions et Hydro
2002 – 2004	Consultant chez GPCO inc. (Hatch)
2004 – 2008	Consultant chez Hélimax Énergie inc. (GLGH)

Depuis 2008 Consultant indépendant en énergie éolienne

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

1. Contexte
2. Outils typiques d'aide à la prise de décision
3. Outils avancés d'aide à la prise de décision
4. Conclusion

SALLE DE CONTRÔLE ET OPÉRATION

Exemples de salle de contrôle dans le domaine éolien



SALLE DE CONTRÔLE ET OPÉRATION

Une salle de contrôle typique en éolien

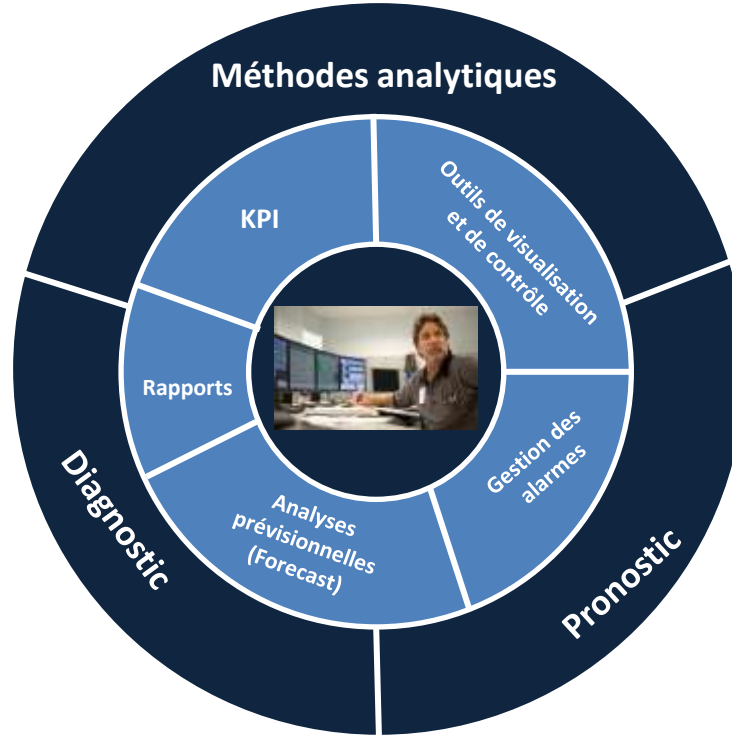


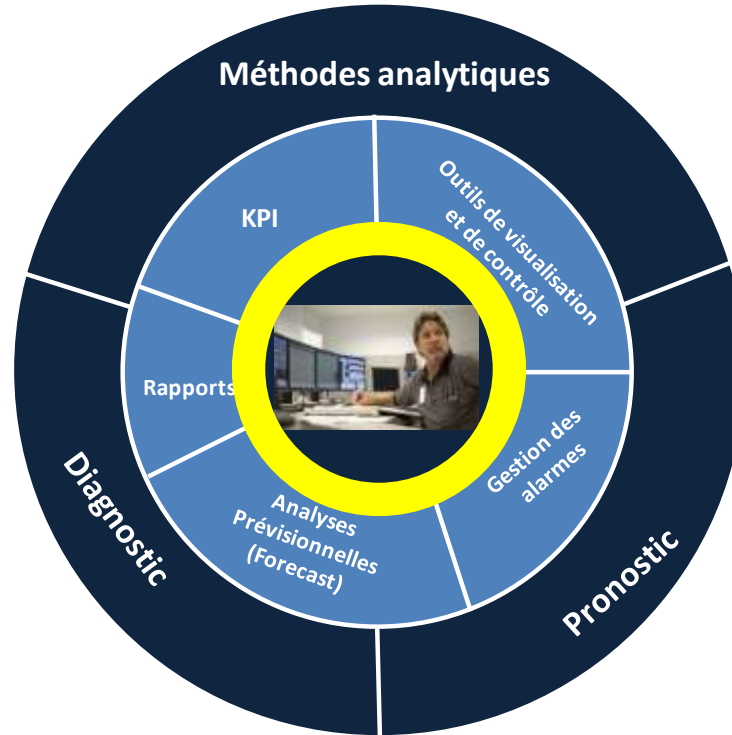
← 1^{ère} ligne:
Opérateurs

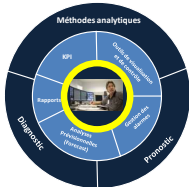
← 2^e ligne:
Analystes

← 3^e ligne:
Spécialistes









SALLE DE CONTRÔLE ET OPÉRATION

Éléments à considérer dans l'implantation d'une salle de contrôle

- ✓ Fréquence d'échantillonnage
- ✓ Compression des données: Oui, mais attention !
- ✓ Archiver le maximum d'information possible
 - « Nous ne connaissons pas ce que nous ne connaissons pas »
- ✓ Si possible se connecter directement sur le contrôleur de l'éolienne

exemple:

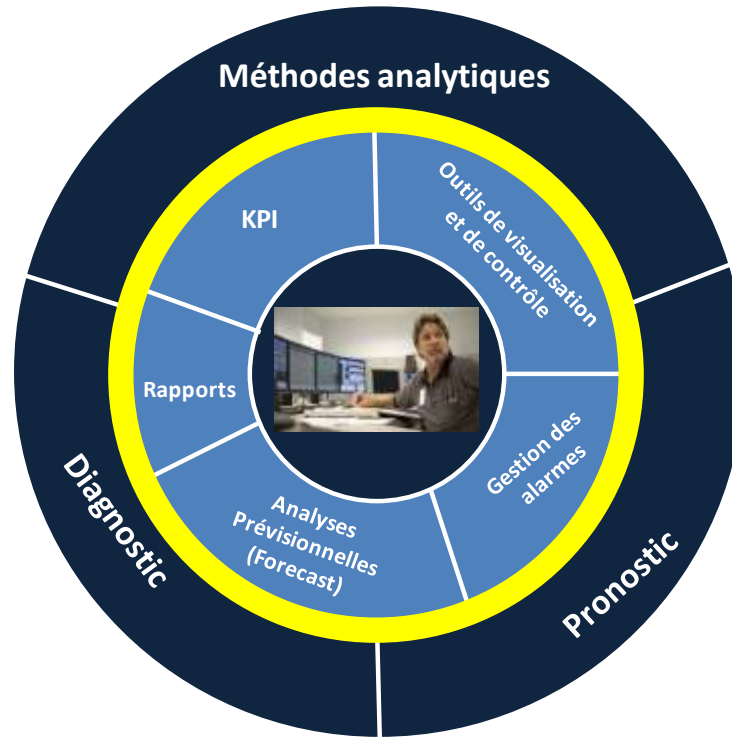
Suzlon: Direct to Controller Integration Using PI OPC

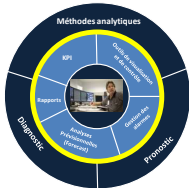
"Expanding the number of available tags in our PI System has allowed us to boost our troubleshooting capabilities—both visually and operationally. Now we can recognize certain tendencies in parameters that we couldn't even see before. Using this additional data to trigger warnings and notifications allows us to be more proactive, which is a win-win for us and our customers."

Richard Duesing
Suzlon Monitoring Center Manager

SUZLON
POWERING A GREENER TOMORROW

ENVIRONNEMENT TYPIQUE D'UNE SALLE D'OPÉRATION





ENVIRONNEMENT TYPIQUE D'UNE SALLE D'OPÉRATION

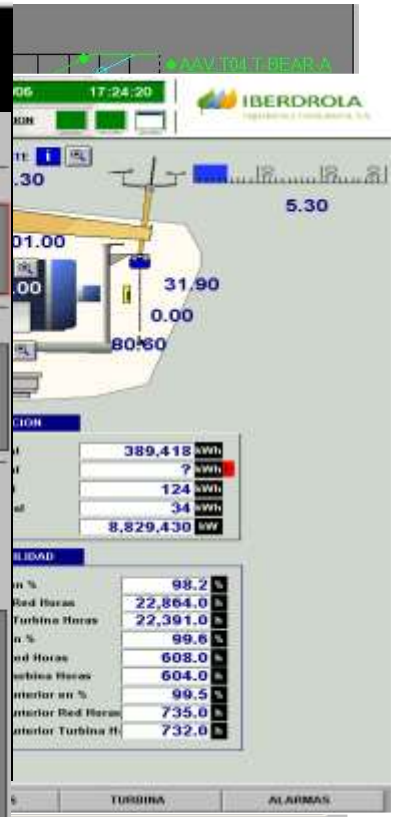
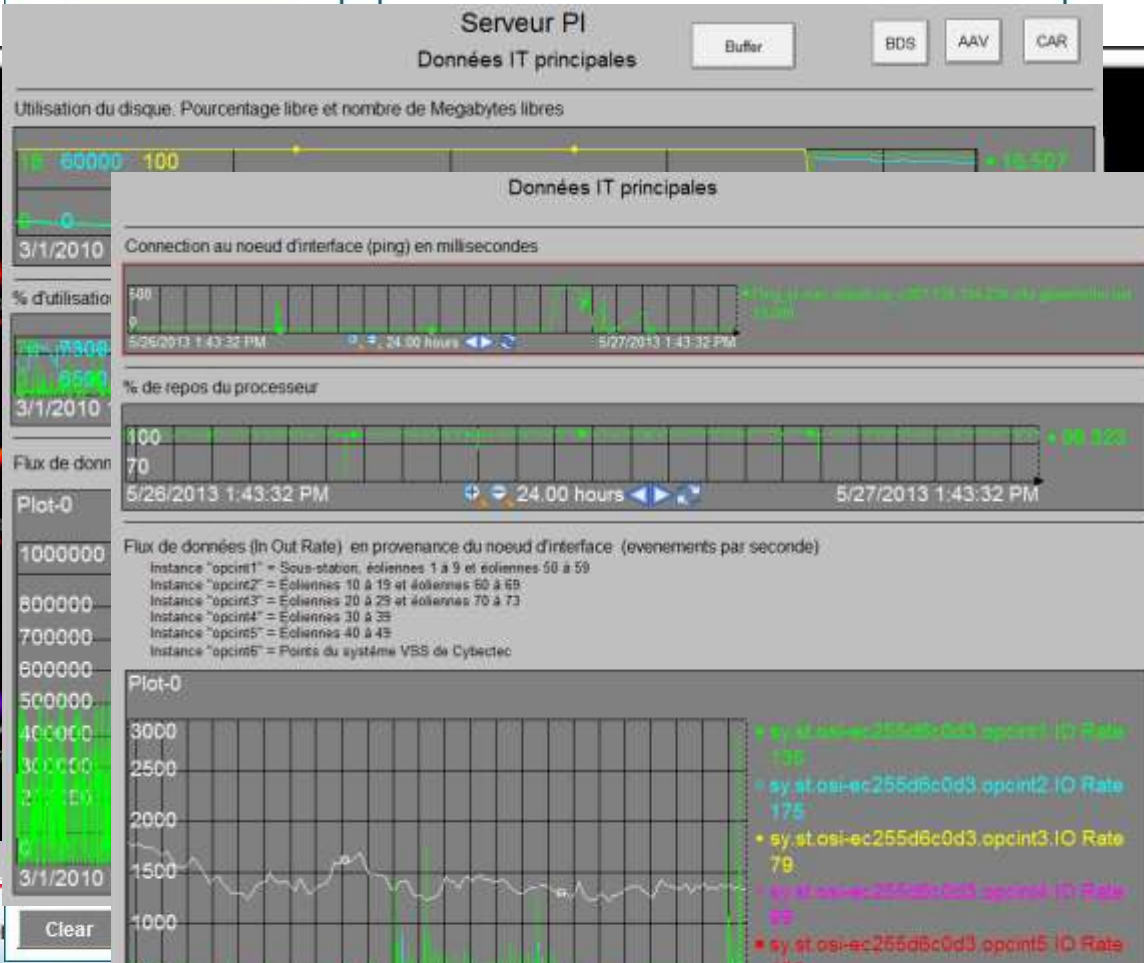
Indicateurs de performance (« KPI – Key Performance Indicators »)

- ✓ Disponibilité (ex.: Temps ou énergie, IEC61400-26...)
- ✓ Production (ex.: Ratio production attendue vs prévue, « Windiness »...)
- ✓ Fiabilité (ex.: Efficacité du redémarrage, MTBF...)
- ✓ Financier (ex.: Ratio revenus réels vs budget...)



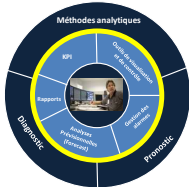
AAV - Mât 1

E D'OPÉRATION



GESTION DES DONNÉES
ET AIDE À LA DÉCISION D

FRANÇOIS PELLETIER, © 2013
CONSULTANT INDÉPENDANT EN ÉNERGIE ÉOLIENNE

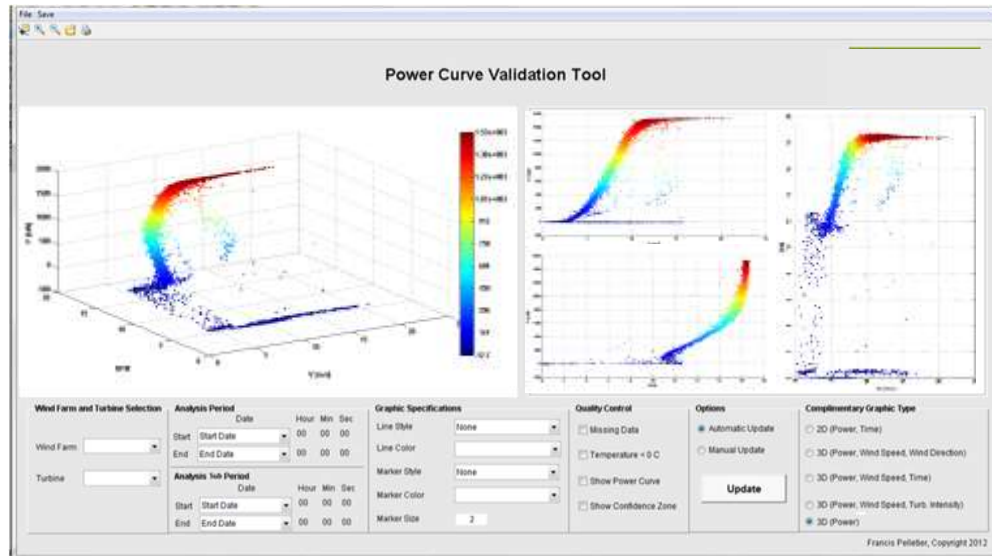


ENVIRONNEMENT TYPIQUE D'UNE SALLE D'OPÉRATION

Outils de visualisation et de contrôle

VISUALISATION DE L'HISTORIQUE DES DONNÉES

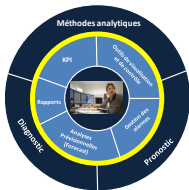
- ✓ Graphiques de tendance (« Trend »)
- ✓ Graphiques 2D (Comparaison de variables)
- ✓ Autres graphiques





- [illegible]

GESTION DES DONNÉES ET AIDE À LA DÉCISION DES OPÉRATEURS



ENVIRONNEMENT TYPIQUE D'UNE SALLE D'OPÉRATION

GESTION DES ALARMES ET CONTRÔLE DES ÉOLIENNES

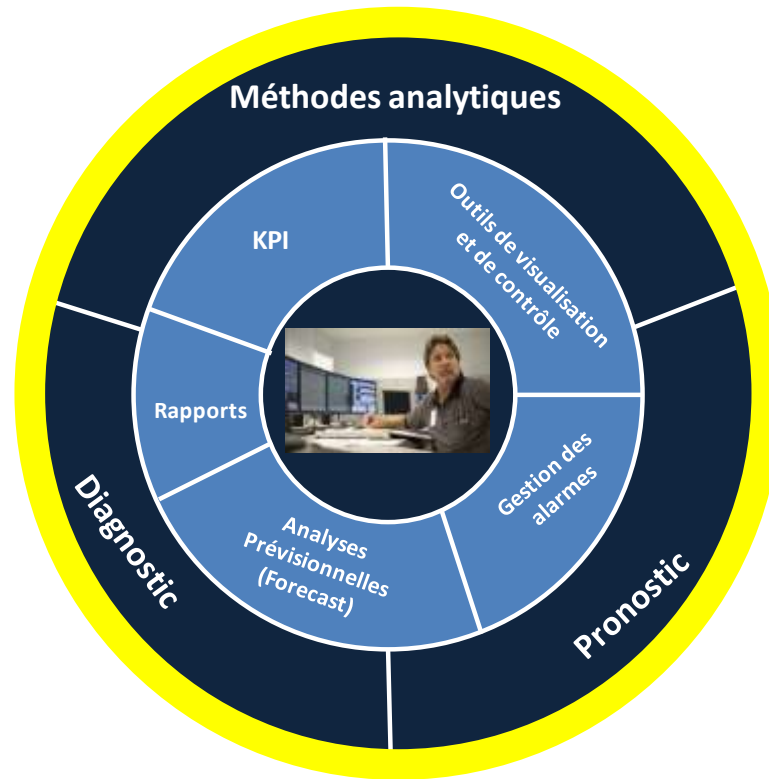
- ✓ « Reset » des éoliennes (fautes)
- ✓ Démarrage à distance (période de givre)
- ✓ Tests sur les éoliennes: batterie, calage (pitch), système orientation
- ✓ Assistance durant les maintenances

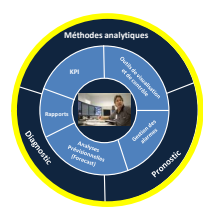
ANALYSES PRÉVISIONNELLES

- ✓ Fournir les prévisions de production aux autorités
- ✓ Vente d'électricité sur le « spot market »
- ✓ Support à l'O&M
 - Alertes météo
 - Givre
 - Éclairs
 - Pluie torrentielle



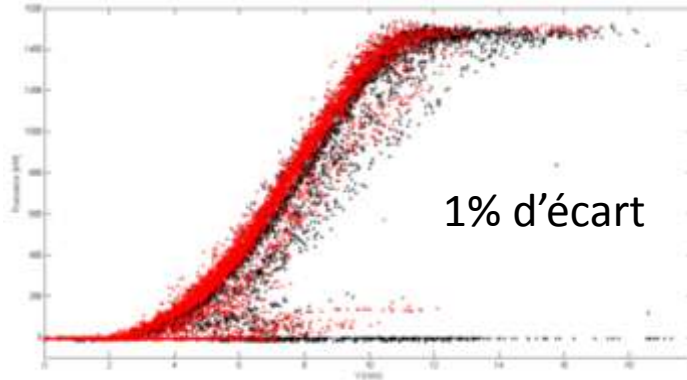
OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE



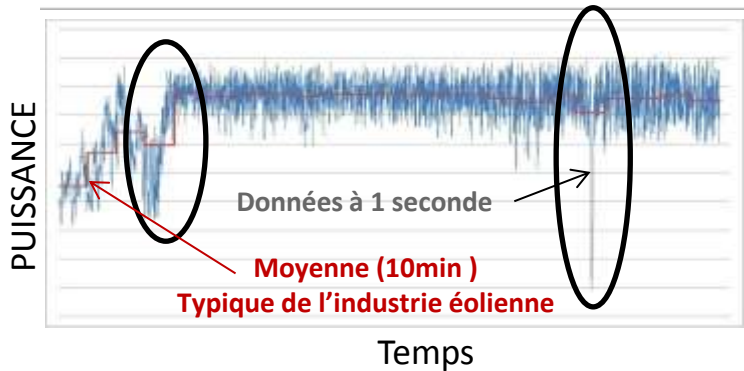


OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

Limites des méthodes actuelles

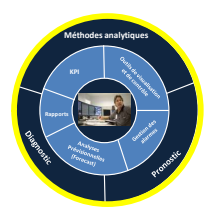


Difficile à détecter avec méthodes standards



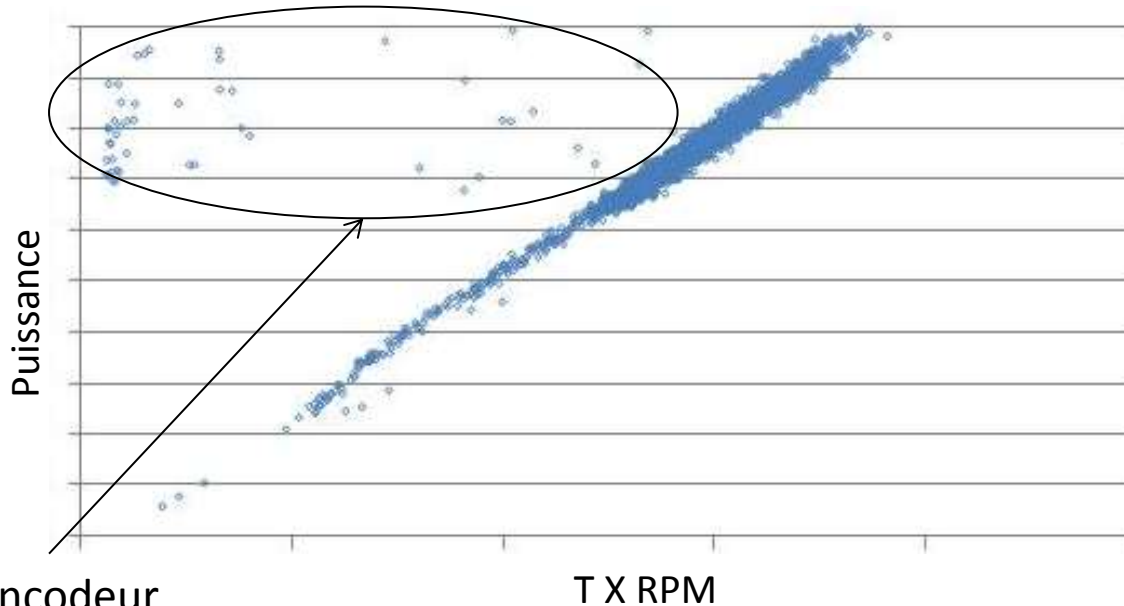
haute fréquence (1sec)
vs
basse fréquence (10min)

— Puissance (10 min)
— Puissance (1 sec)

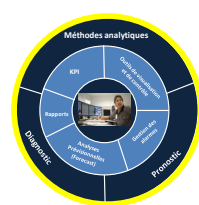


OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

Méthodes Analytiques – Analyses croisées

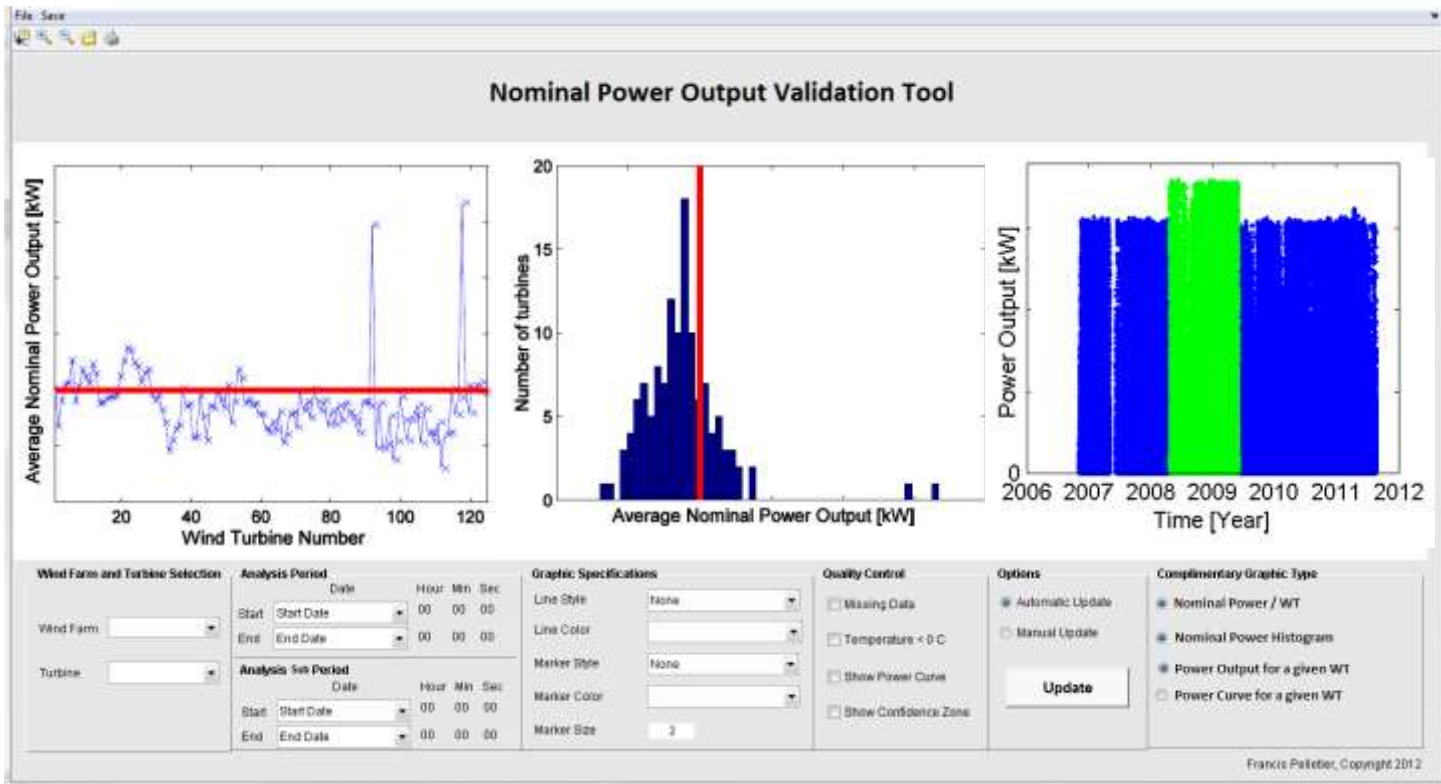


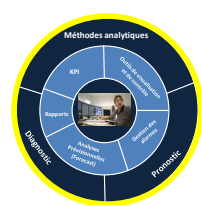
Problème d'encodeur
(Données 1 seconde)



OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

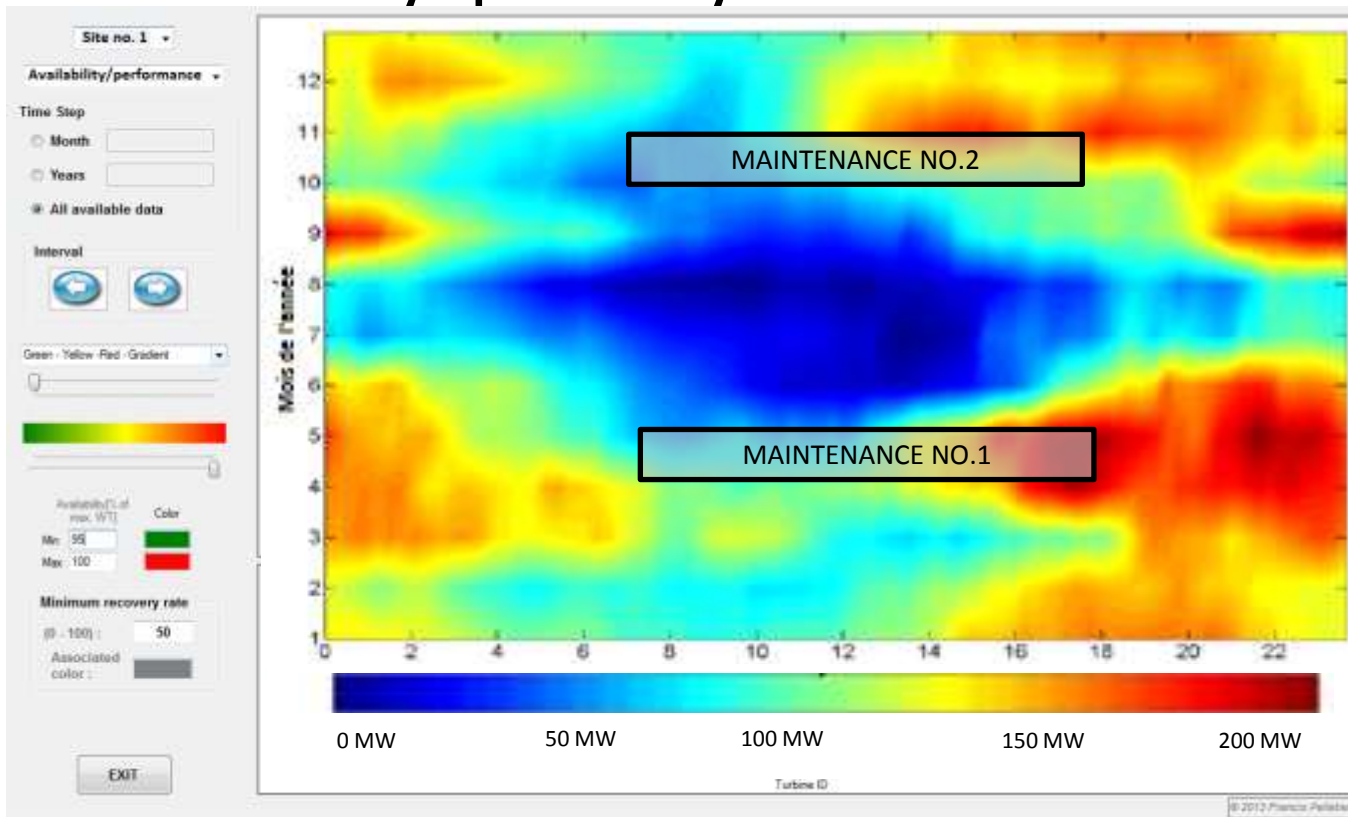
Méthodes Analytiques – Analyses croisées

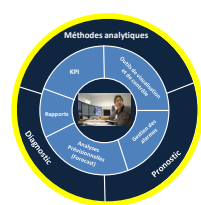




OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

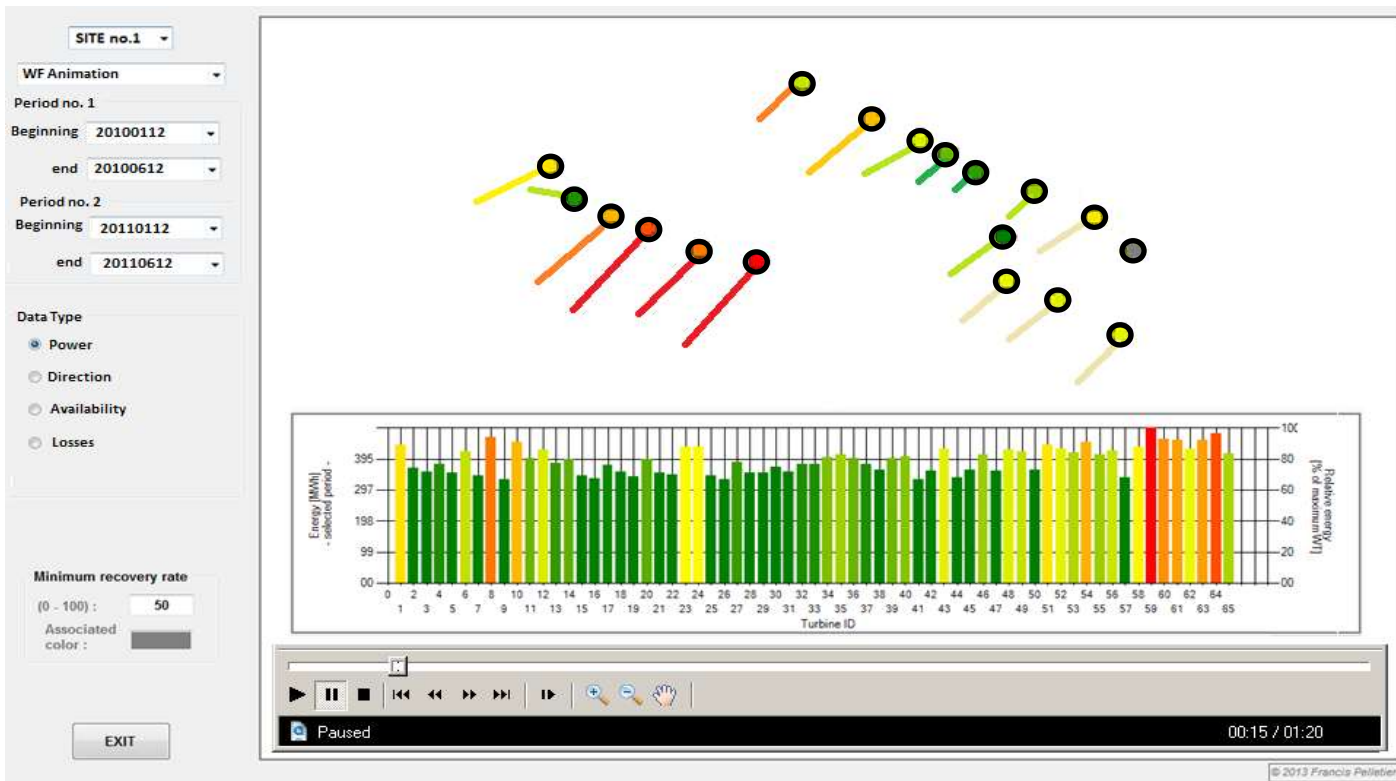
Méthodes analytiques – analyses croisées

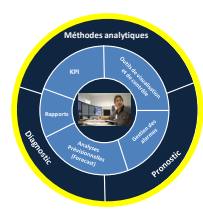




OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

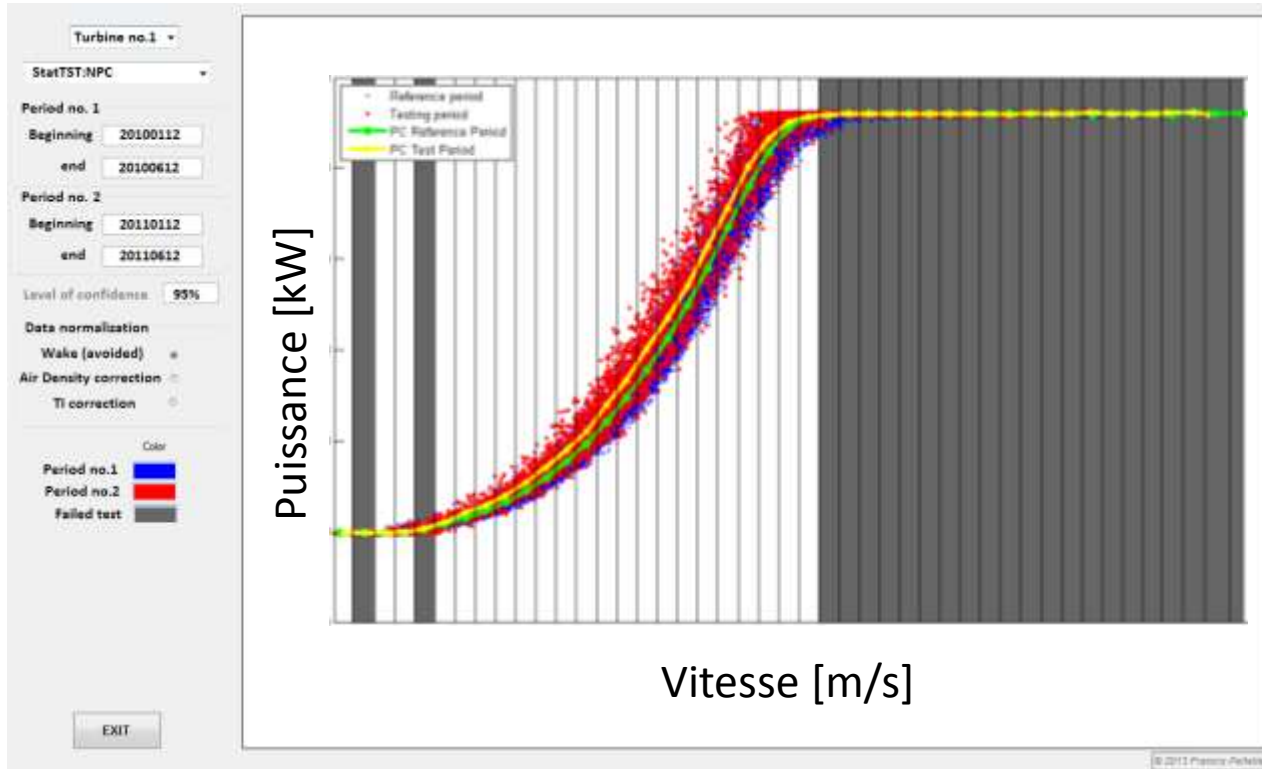
Méthodes analytiques – animations

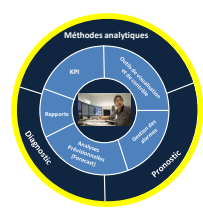




OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

Méthodes Analytiques – tests statistiques





OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

PRONOSTIC VS DIAGNOSTIC

PRONOSTIC

Prévision de ce qui doit arriver



Élaboration de modèles



Éviter les bris avant qu'ils n'arrivent



Réf.: Der Spiegel/DPA

DIAGNOSTIC

Analyse de ce qui est arrivé



Analyse de données

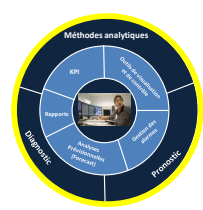


Éviter que les bris (ou fautes) ne se répètent



Éviter les pertes financières



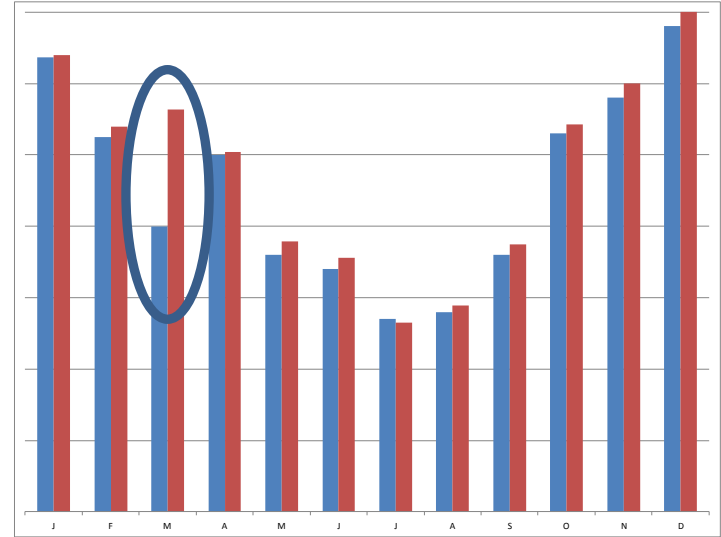


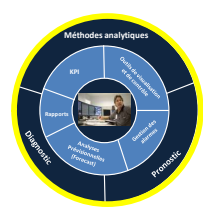
OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

PRONOSTIC – Comparaison valeur attendue vs réelle

Type de modèles disponibles:

- ✓ Performance (Courbe de puissance)
- ✓ RPM, Couple, calage
- ✓ Température de l'huile
- ✓ Température roulements (Bearing)
- ✓ Vibration
- ✓ Température génératrice
- ✓ Système d'orientation (YAW)
- ✓ Contraintes

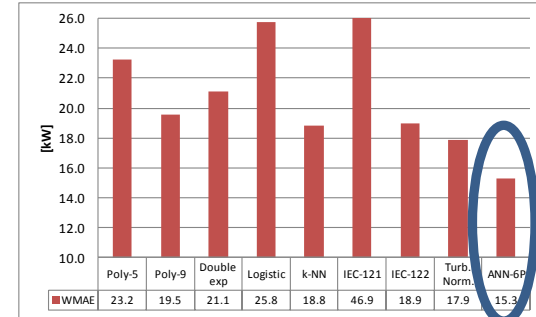
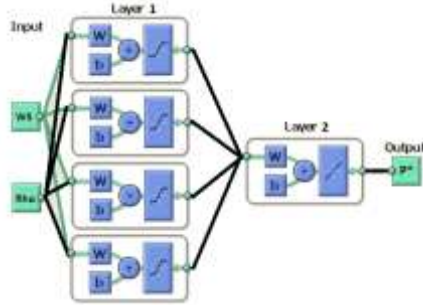




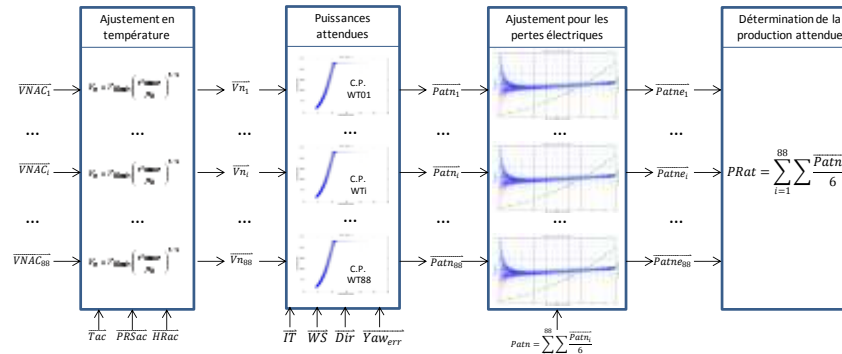
OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

PRONOSTIC – Comparaison valeurs attendues vs réelles

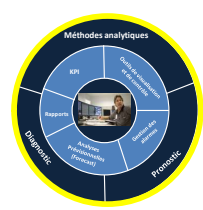
Réseau de neurones: 1 éolienne



Modélisation d'une centrale éolienne







OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

PRONOSTIC – « Condition Monitoring Systems (CMS) »

Boîte d'engrenage

- Usure
- Vibration
- Déplacement
- Température

Rotor

- Vibration
- Angle de calage
- Dommages (éclairs)

Roulement

- Vibration
- Température
- Détection de particules

Génératrice

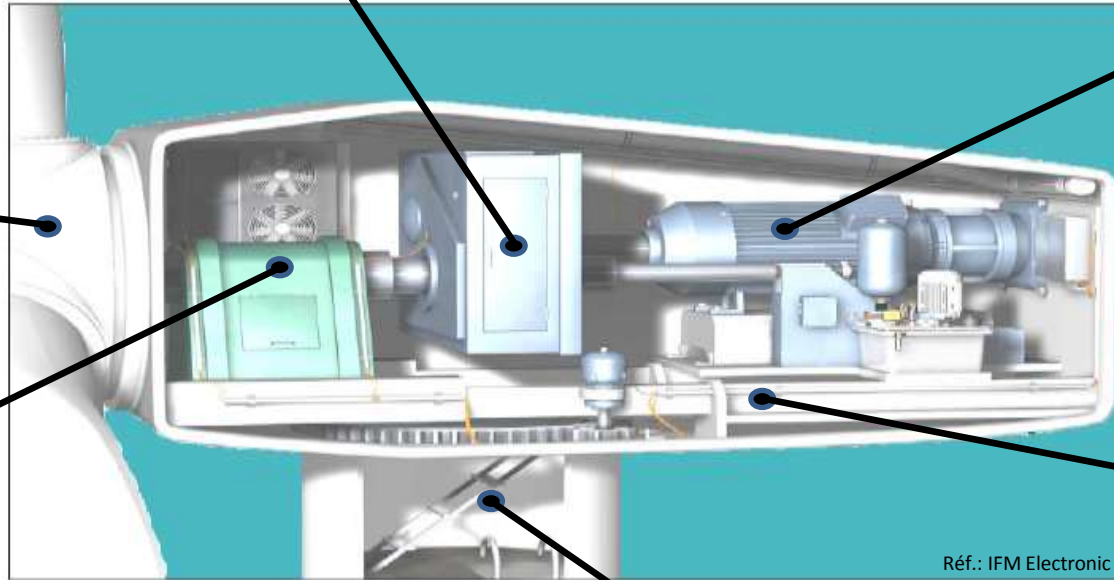
- Bobinage
- Ovalisation
- Température

Nacelle

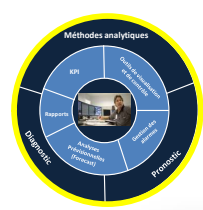
- Vibration
- Erreur d'orientation
- Pallier de butée

Tour

- Vibration

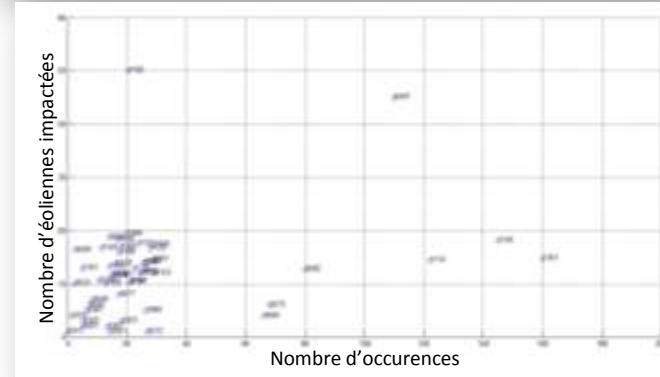
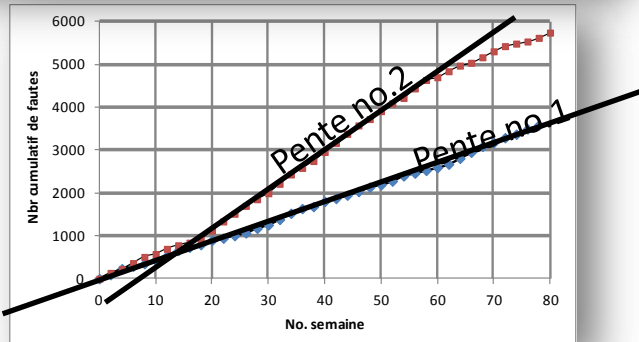
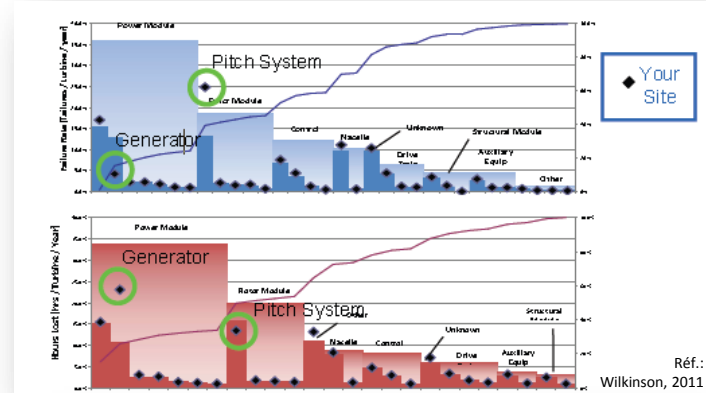
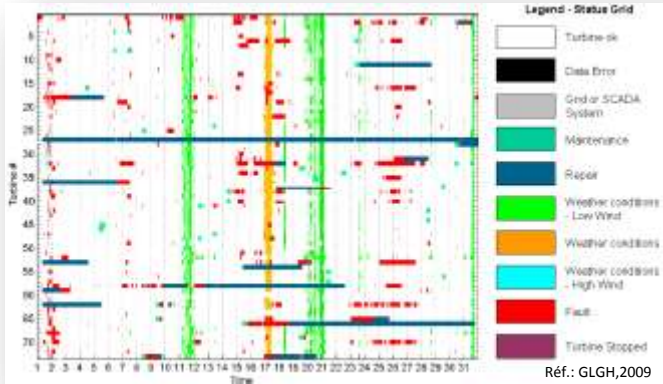


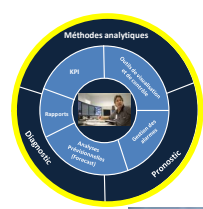
Réf.: IFM Electronic



OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

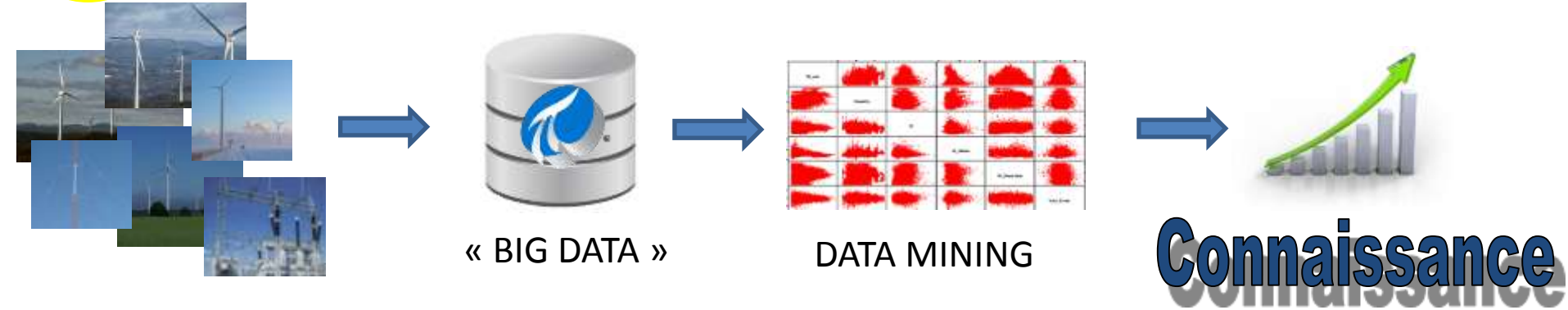
DIAGNOSTIC – Analyse des états et des fautes





OUTILS AVANCÉS D'ANALYSE

DIAGNOSTIC – Forage de données « Data Mining »



Méthodes de forage de données:

Détection de valeurs aberrantes

Association rule learning

Méthode de classification

Analyse de sous-groupe

Arbre de décision

Support Vector Machines

Méthodes de réduction des données

Analyse par composantes principales

Analyse des correspondances simples

Réseau de neurones

Factor analysis

Multilinear subspace learning

Analyse adimensionnelle

Analyse de régression (*Regression tree*)

Sequence mining

Structured data analysis

K-nearest neighbor, Bayes Algorithm, etc.

Reconnaissance d'image

CONCLUSION

- ✓ **S'assurer d'un archivage adéquat des données**
- ✓ **Les outils actuels (KPI, rapports, écrans de visualisation) permettent de détecter les problèmes de performance les plus graves**
- ✓ **Cependant, même les faibles sous-performances peuvent engendrer des pertes financières importantes à la longue**
- ✓ **Dans le domaine éolien, des méthodes d'analyses avancées commencent à émerger**

LISTE DE CLIENTS (DEPUIS 2008)



Brookfield



BORALEX

INNERGEX

TransAlta



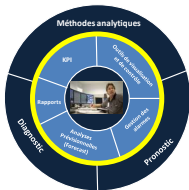
TechnoCentre éolien

BBA

PESCA
ENVIRONNEMENT

CARRIER





ENVIRONNEMENT TYPIQUE D'UNE SALLE D'OPÉRATION

Indicateur de performance (« KPI »)

Availability	Productivity	Reliability	Financial
Time based vs Energy based	Real production (MTD, YTD, CODTD)	Percentage stops	Ratio real revenu vs budget
Within wind speed	Expect. Prod. (MTD, YTD, CODTD)	Failure rates	% EBITDA
Resource equivalent Avail. (REAF)	Rolling CF (MTD, YTD, CODTD)	Reset efficiency	Royalty
Non availabilities by types of faults	Net CF, Expected CF, budget CF	Reliability of WT and WPP	Green credits
Equipment Equivalent Avail.	Net output factor (NOF)	Mean time between failures (MTBF)	TRI
Equip. Equiv. Forced Outage	Ratio real vs expected Prod.	Mean time to repair (MTTR)	% budget O&M
Repair time vs maintenance time	Total losses by types (unavailability)	Return to service (RTS)	Inventory value
Outage Factors According to WS	Total losses by types (underperform.)	Fault count (Pareto)	%VAN
Outage Factors According to time	Operating efficiency	MTBSA	Revenue losses
Database availability	Top/Bottom 10 producers	MTBCF	...
Grid availability	Revenue Equivalent Net CF	...	
IEC61400-26	Energy to speed ratio (EPV)		
...	Energy to downtime ratio (EDT)		
	GAG-NAG		
	Normalized production		
	Windiness (ratio)		
	...		