

8. Parc éolien

8.4 Gestion et exploitation d'un parc éolien



Hussein Ibrahim, Ph.D. - Antoine Brégaint, M.Sc.A.

Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Plan de cette présentation

- ***Introduction et objectifs***
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Introduction et objectifs

- L'exploitation d'un parc éolien consiste à faire opérer les éoliennes.
- L'entretien des turbines et des chemins fait partie des activités réalisées lors de l'exploitation d'un site.
- La gestion du parc consiste à optimiser la production des turbines. Pour ce faire, différents indicateurs de performance sont scrupuleusement étudiés par le gestionnaire du projet.
- Pour y arriver, différents outils sont à la disposition du gestionnaire du projet.
- Le suivi environnemental et de la qualité du courant sont également à la charge du gestionnaire du projet.

Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- ***Priorités du gestionnaire du projet***
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Question

- Quelles sont les priorités du gestionnaire d'un parc éolien ?
 - A. Accroître le taux de disponibilité des éoliennes
 - B. Réduire les risques de perte de production
 - C. Accélérer la remise en fonction des machines arrêtées
 - D. Fixer le prix de vente de l'électricité produite
 - E. Réduire les opérations de maintenance

Priorités du gestionnaire du projet

- Accroître le taux de disponibilité des éoliennes et réduire les risques de perte de production.
- Prévoir la livraison au réseau.
- Accélérer la remise en fonction des machines arrêtées.
- Réduire les opérations de maintenance.
- Assurer le bon état (entretien) du chemin d'accès.

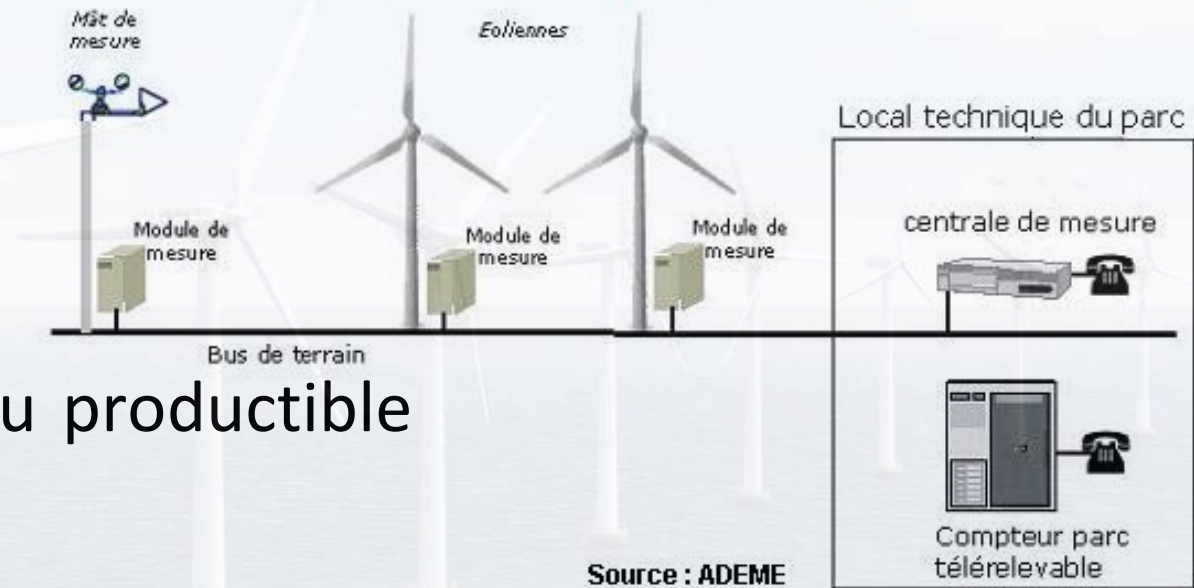
Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- ***Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien***
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien

- Système informatisé central de gestion du parc
- Prévisions météorologiques
- Plan d'entretien
- Système automatisé de prévision du productible (en développement)
- Système de surveillance à distance et/ou système de suivi des composants critiques (alarmes)
- Procédure de branchement au réseau

Architecture générale du système de mesure ACTEM



Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- ***Suivis de production et de performance***
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Suivi de production et de performance

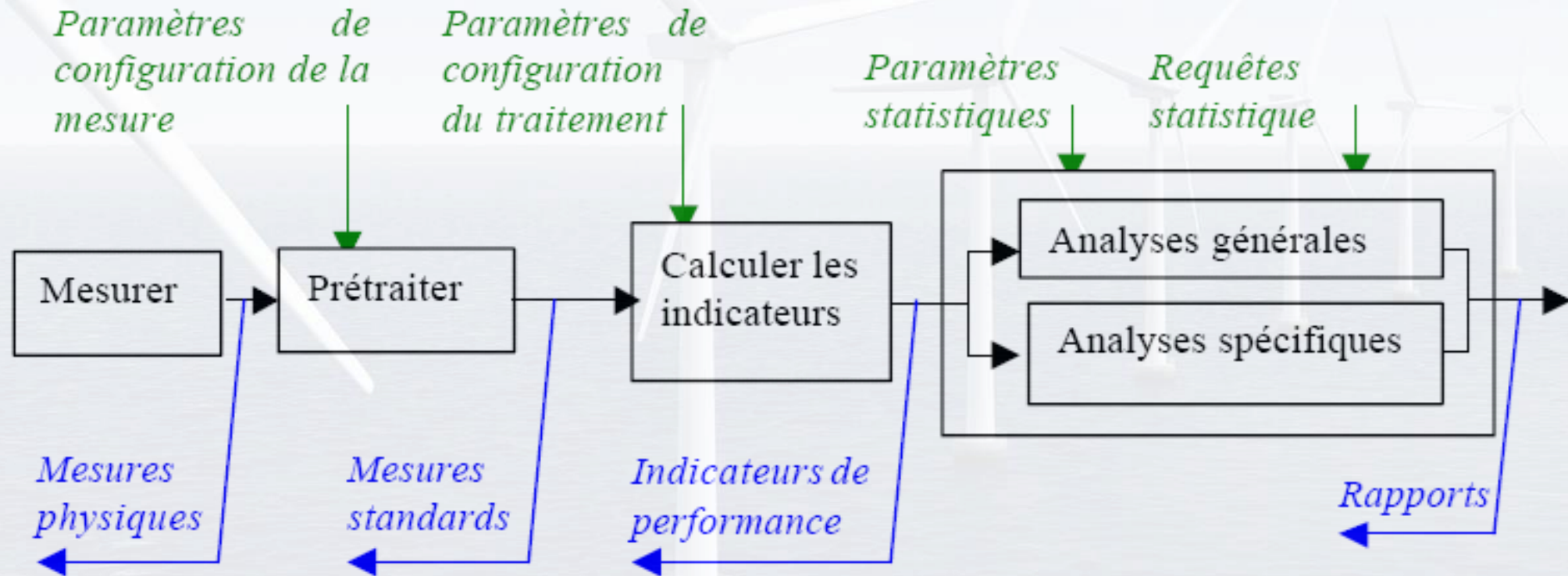
- Suivi de production :
 - Relevé des données disponibles sur les compteurs électriques de(s) parc(s) éolien(s).
 - Il concerne le comptage brut de l'énergie électrique livrée sur le réseau par le(s) parc(s) éolien(s) indépendamment de la ressource en vent observée.
- Suivi de performance :
 - Permet de mettre en relief et de comparer la production par rapport aux conditions de vent.
 - C'est le plus délicat à mesurer de manière systématique sur l'ensemble des parcs.
- La plus réaliste de diverses solutions qui existent : un mât de mesure permanent (celui existant sur le site), complété par un outil logiciel de simulation d'écoulement, de type « micrositting ».

Suivi de production et de performance

- Nécessité de définir plusieurs indicateurs de performance :
 - **Indicateurs de site** : distribution de vitesse et roses des vents.
 - **Indicateurs de productivité** : facteur de capacité, efficacité (rapport entre la production et le productible réel), rendement (rapport entre la production et le productible estimé a priori).
 - **Indicateurs de disponibilité** : disponibilité de production, disponibilité technique, pertes de production, disponibilité détaillée.
 - **Indicateur de fonctionnement des machines** : évolution des courbes de puissance.
 - **Le suivi de l'impact environnemental** des parcs éoliens a posteriori.
 - **Le suivi de l'impact sur le réseau** de distribution électrique.

Suivi de production et de performance

- Le suivi des performances se fait à l'aide d'indicateurs et d'analyses statistiques selon la chaîne de traitements suivante :



Suivi de production et de performance

- Les mesures standards de performance peuvent être classées en trois catégories :

Mesures standards météorologiques	Mesures standards de puissance	Mesures standards d'indisponibilité
Vitesse horizontale du vent, en m/s	Puissance active produite par chaque éolienne, en kW	Arrêts volontaires : arrêts pour maintenance, pour visite et coupures réseau
Direction standard du vent = direction de la composante horizontale du vent / au nord géographique, en degrés	Puissance réactive consommée par chaque éolienne, en kW	Arrêts intempestif : pannes et arrêts fonctionnels
Densité standard de l'air en kg/m^3	Ecart d'énergie réactive produite par rapport à la consigne, en kWh	Arrêts vent : vent supérieur à la vitesse de coupure maximale, et vent inférieur à la vitesse de coupure minimale
Niveau standard de turbulence, sans dimension		

Suivi de production et de performance

- Les indicateurs standards de performance peuvent être classés en quatre catégories :

Site	Productivité	Disponibilité
Distribution de vitesse	Production $E = E_{mes}$	Disponibilité de production, en %, brute
Rose des vents	Production nominale $E_{nom} = P_{nom} \times \text{durée}$	Disponibilité de production, en %, nette
	Productible estimé $E_{est} = P_{théo} \times d_{théo}$	Disponibilité technique, en %
Fonctionnement des machines	Productible réel $E_{réel} = P_{théo} \times d_{mes}$	Disponibilité détaillée (fonctionnement nominal, arrêt vent hors plage, arrêt panne, arrêt coupure réseau, arrêt visite, arrêt maintenance)
Courbe de puissance Puissance = P (Vent)	Facteur de charge (ou de capacité) E_{mes} / E_{nom}	Pertes de production globales Pertes de production détaillées
Coefficient de puissance P / P (Vent)	Rendement E_{mes} / E_{est}	Répartition des origines des pannes
	Efficacité $E_{mes} / E_{réel}$	Comptage des arrêts

Suivi de production et de performance

- Les traitements généraux (statistiques générales, cumuls et comparaisons relatifs), comme pour les indicateurs, concernent le site (*i.e.* la ressource), la productivité, le fonctionnement et la disponibilité.
- Trois types de traitements sont distingués :
 - Les statistiques temporelles (annuelles ou pluriannuelles)
 - Les statistiques spatiales (analyse par parc, région) et les analyses de tendance ou de variabilité sur des périodes pluriannuelles
 - Les analyses de tendance ou de variabilité sur des périodes pluriannuelles

Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- ***Suivi environnemental***
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Suivi environnemental

- Le suivi environnemental peut être réalisé à partir d'une fiche de synthèse récapitulant les indicateurs environnementaux établis durant l'étude d'impact et permettant de décrire les milieux physique, biologique, humain et le patrimoine.
- Sur des sites sensibles à une exigence environnementale précise un suivi fin de plus long terme peut-être mis en place.

Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- ***Suivi de la qualité du courant***
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Question

- Quels sont les intérêts de la mesure de la qualité du courant ?
 - A. S'assurer que les éoliennes fonctionnent bien
 - B. Optimiser les parcs futurs
 - C. Assurer l'équilibre entre demande et production
 - D. Valider des modèles mathématiques
 - E. Optimiser la production

Suivi de la qualité du courant

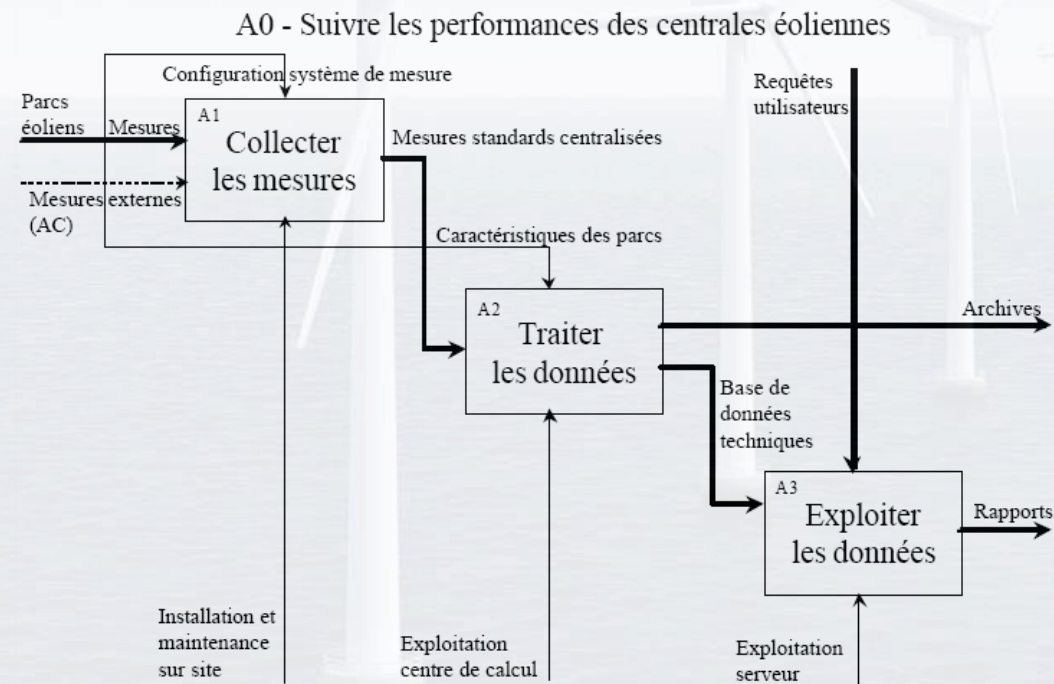
- Les parcs éoliens ont un impact sur la qualité du courant transporté ou distribué sur le réseau.
- La mesure de la qualité du courant, facilement réalisable (matériel et logiciel validés et utilisés par Hydro-Québec), présente plusieurs intérêts :
 - Pour Hydro-Québec, la validation de modèles mathématiques permettant de prévoir les évolutions du réseau nécessaires.
 - Pour les producteurs (autres que Hydro-Québec), l'optimisation des parcs futurs.

Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- ***Schéma fonctionnel général***
- Schéma du mode opératoire
- Conclusion

Schéma fonctionnel général

- L'analyse fonctionnelle peut être réalisée sur la base de la synthèse des besoins et de l'état de l'art des systèmes de collecte et de traitement de données techniques. Elle permet de définir les fonctions principales et le mode opératoire du système de suivi de production et de performances à réaliser.



Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- ***Schéma du mode opératoire***
- Conclusion

Schéma du mode opératoire

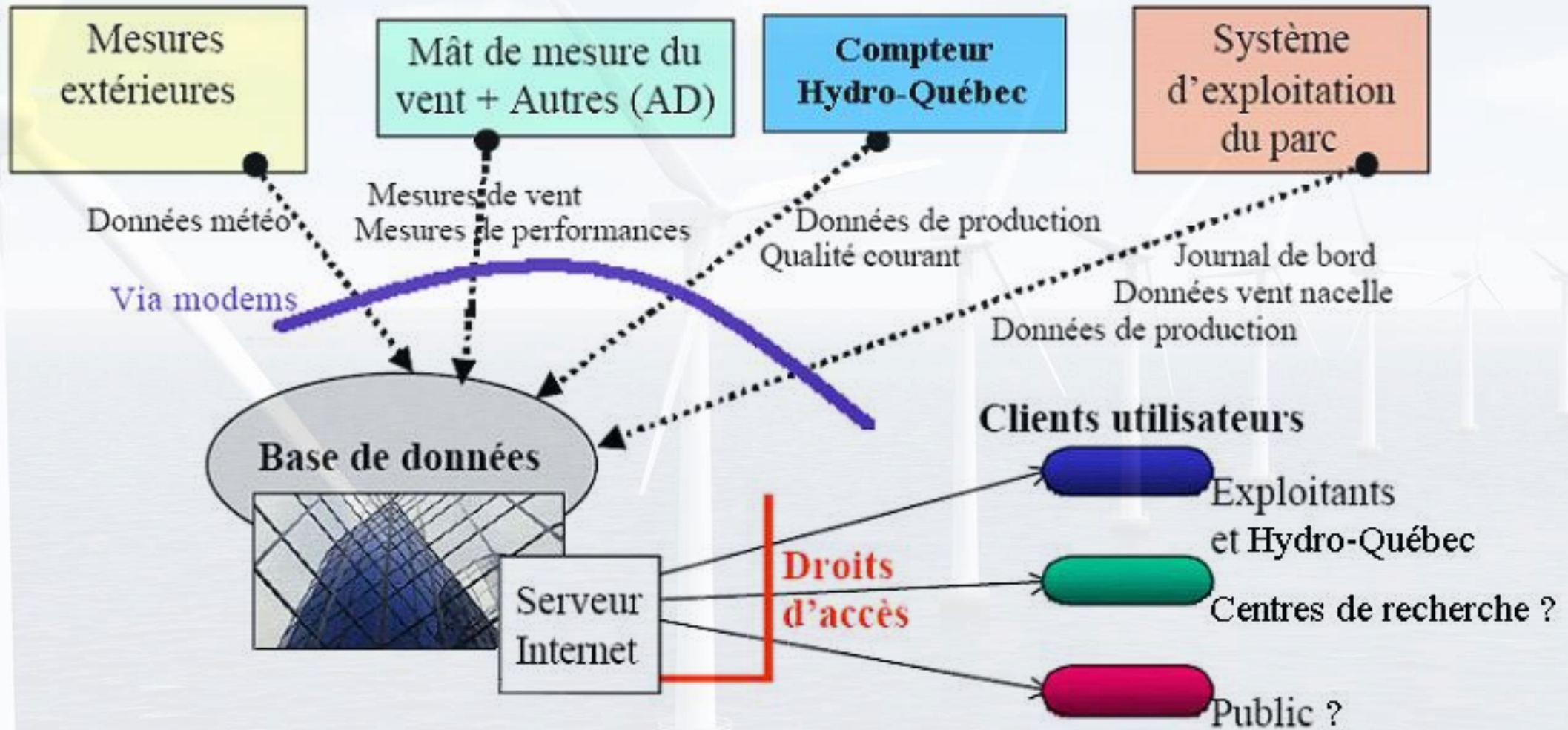


Schéma du mode opératoire



Schéma du mode opératoire

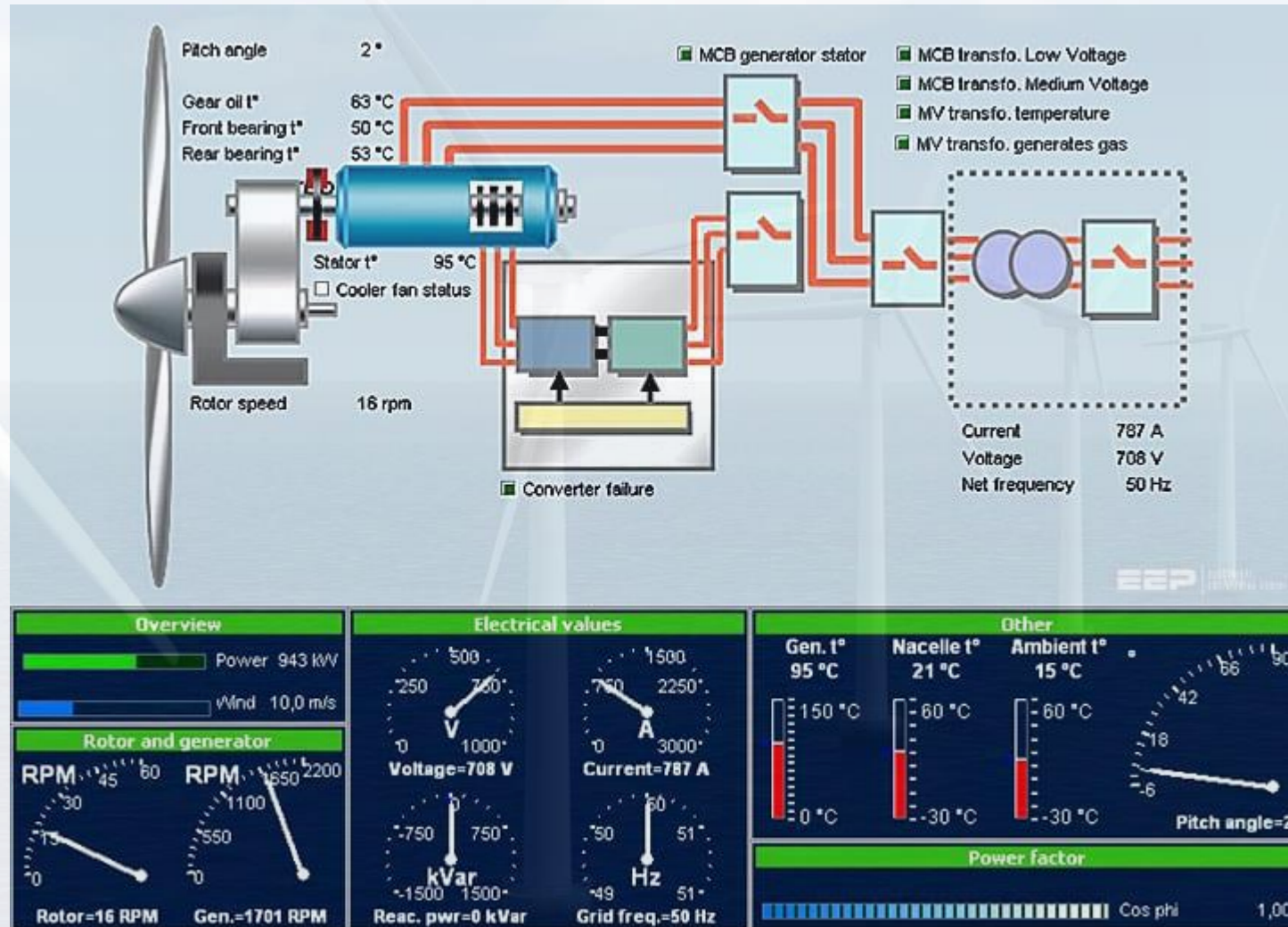


Schéma du mode opératoire

Remote Wind Turbine Monitor: Turbine #5

Wind speed: 7.5 km/h
Wind direction: 23.5 deg.
Temperature: 17.2 deg. C
Power output: 1000 KW

Manual override: On Set: Yes
Turbine speed: 15 RPM
Yaw override: On Set: Yes
Turbine yaw: 5.2 deg.
Pitch override: On Set: Yes
Blade pitch: 4.5 deg.

Submit override settings and values

Braking: 25 %

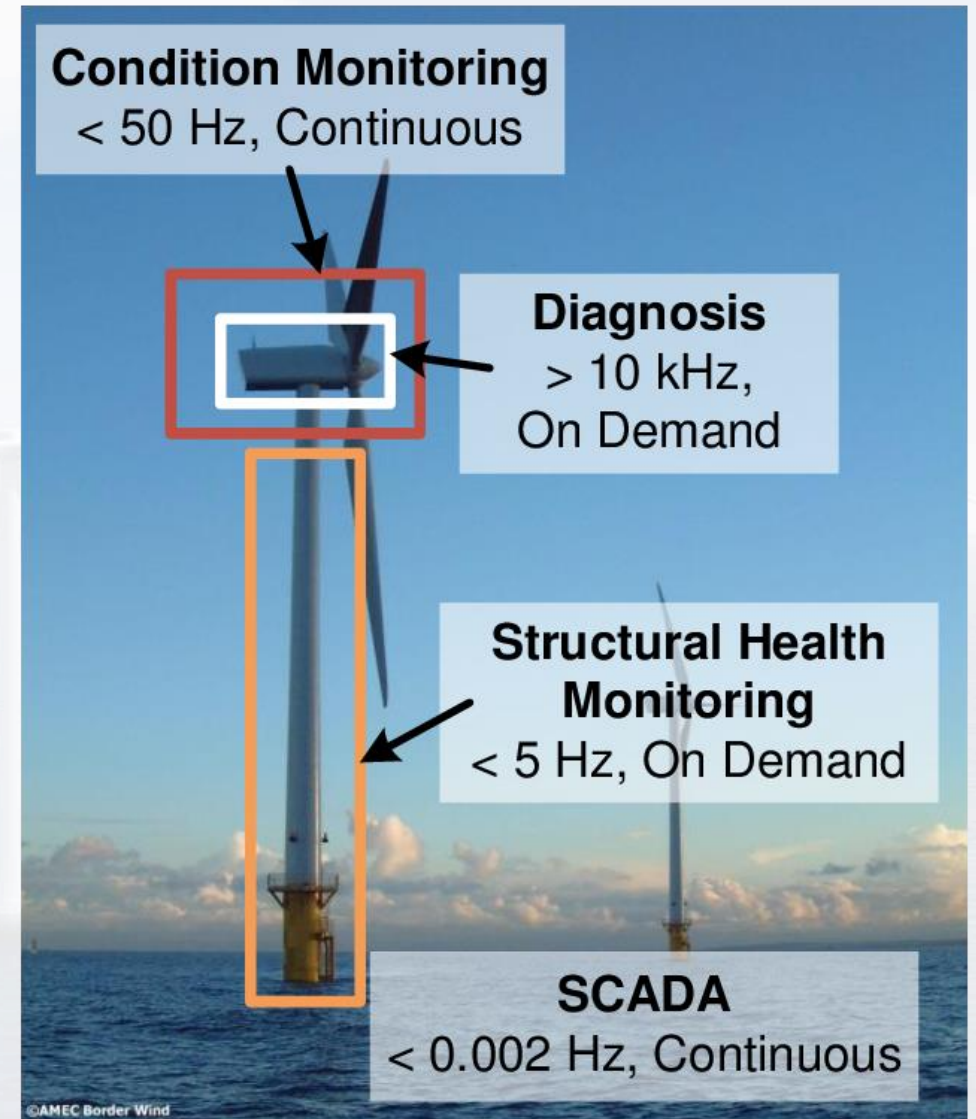
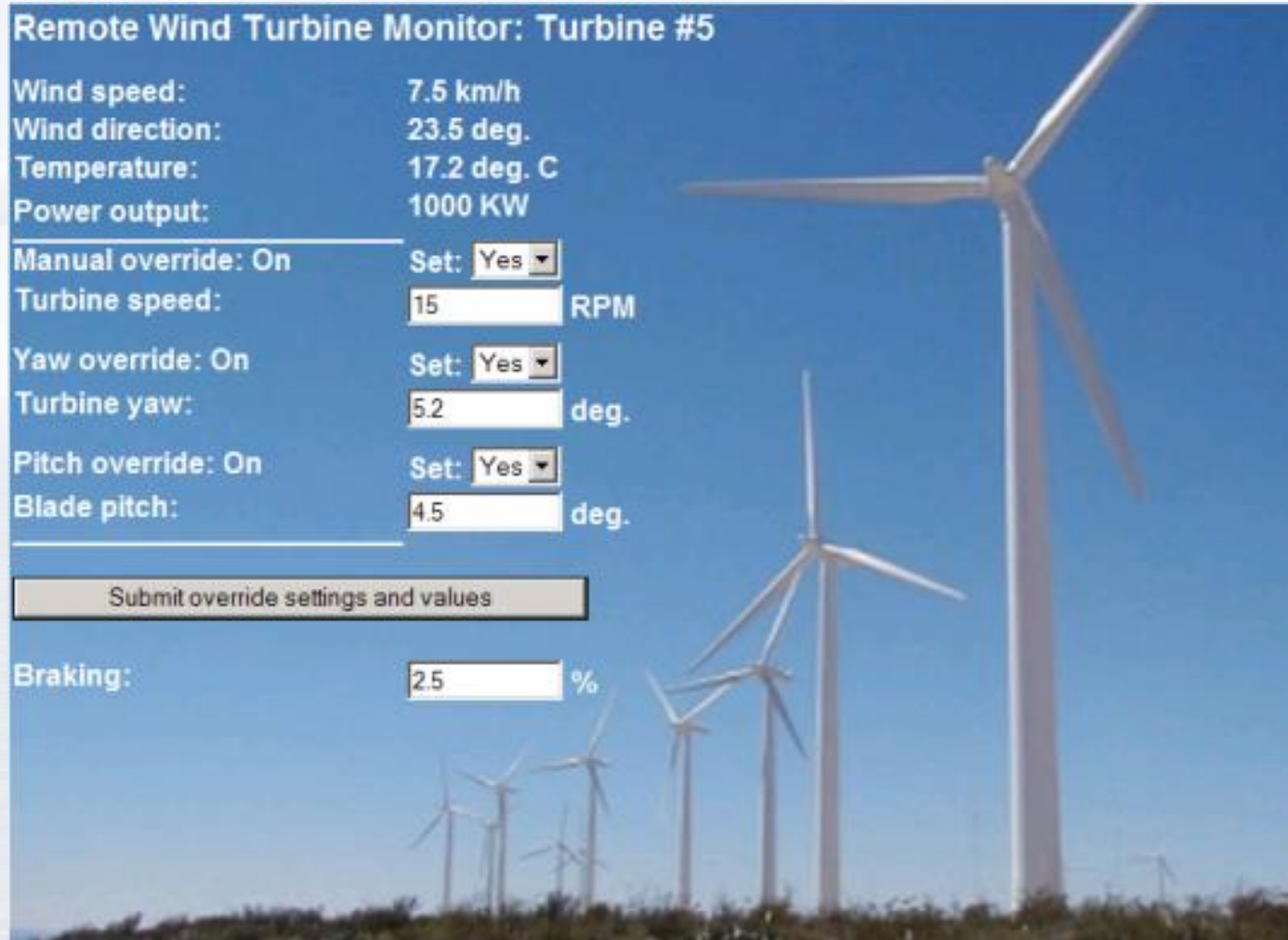


Schéma du mode opératoire



Schéma du mode opératoire



Plan de cette présentation

- Introduction et objectifs
- Priorités du gestionnaire du projet
- Outils disponibles pour la gestion d'un projet éolien
- Suivis de production et de performance
- Suivi environnemental
- Suivi de la qualité du courant
- Schéma fonctionnel général
- Schéma du mode opératoire
- ***Conclusion***

Conclusion

- La gestion d'un parc éolien est une tâche complexe en raison de l'intermittence de la ressource de base que constitue le vent.
- En raison de cette même intermittence, l'évaluation de la performance et de la production doit se faire de façon quasi-constante.
- La qualité du courant est également affectée par l'intermittence de production. Son suivi est essentiel à la bonne stabilité du réseau.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !



MERCI



Questions ?

Hussein IBRAHIM, Ph.D

Tél: 418-962-9848 # 340

cc-hussein.ibrahim@etsmtl.ca

Hussein_ibrahim01@uqar.ca

Hussein.ibrahim@itmi.ca