



CIFRES/ESP/UCAD

Mesures du vent et évaluation des mesures

Dr. Boudy Ould Bilal/CIFRES/ESP-Dakar

- I. Dimensionnement et montage d'un système de mesures
- II. Instrumentation de mesures
- III. Opération et maintenance du système de mesures
- IV. Évaluation des mesures du vent
- VI . Le Logiciel Wasp et son intérêt

Dimensionnement et montage d'un système de mesures

Selon la norme IEC 61400-121

A. Dimensionnement

B. Planification du montage

C. Montage d'un mât de mesures

D. Problèmes typiques

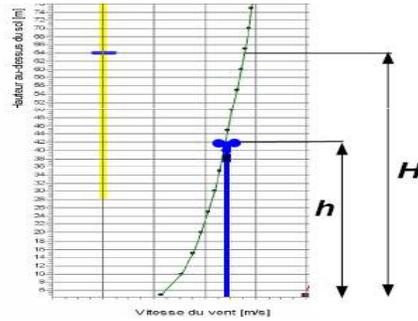
E. aspects de sécurité

A. Dimensionnement

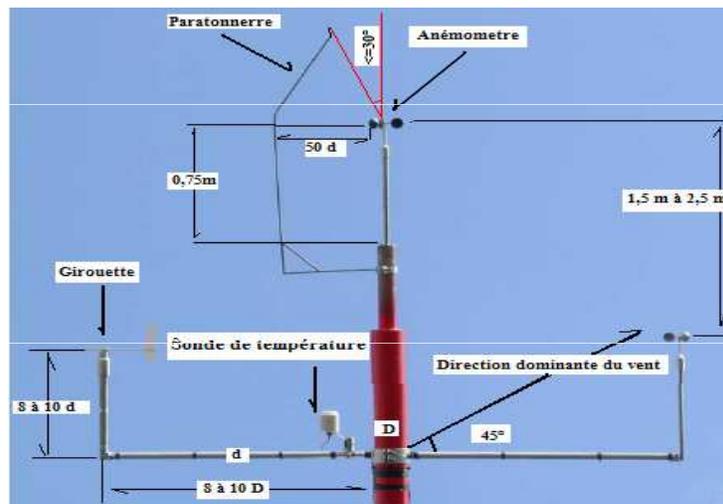
Plusieurs types des mât de mesures



- Hauteur du mât (h) est au moins égale $2/3$ de la hauteur de moyeu (H) des futures éoliennes



- Capteurs (équipement minimal) : 2 anémomètres, 1 girouette, 1 thermomètre, 1 baromètre



Recommandation

1. éviter les cas d'installations suivants au sommet du mât

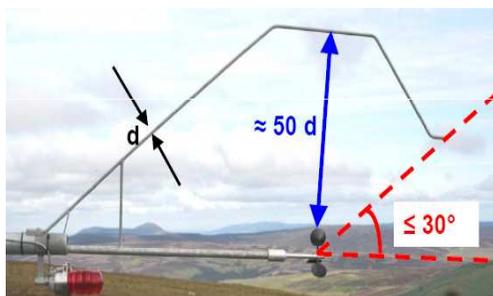


2. éviter toute perturbation de l'écoulement de l'air autour des capteurs (par des câbles des haubans, autres capteurs, etc.)
3. garder une distance suffisante entre les capteurs et le mât d'une part et les tubes d'autre part
4. assurer une bonne stabilité du mât et des potences (éviter des vibrations)
5. assurer la verticalité des capteurs montés

▪ L'alimentation électrique: énergie solaire

Panneau solaire de 5 à 10W et une batterie de 10 à 12 Ah

▪ Balise de signalisation aérienne: selon les codes aériens nationaux et internationaux



B. Planification du montage

- **Reconnaissance du site du futur parc éolien**
- **Définir un emplacement favorable pour le mât de mesures**
 1. Implantation sur le site des futures éoliennes
 2. représentatif par rapport aux conditions de vent non-perturbé par des obstacles (arbres, bâtiments, etc).
 3. Avoir une réception GSM, si possible
 4. Propriétés du sol apte à la tenue des ancrages pour les haubans et pour la base du mât
 5. Accessible pour le véhicule qui transportera les composants du mât



- **S'informer des exigences auprès des administrations compétentes**

1. permis de construire
2. balisage aérien

C. Montage d'un mât de mesures

- **Préparation à l'atelier**

1. de l'armoire électrique avec le datalogger de données, le modem, le baromètre, le régulateur de tension de l'alimentation en énergie solaire et la batterie



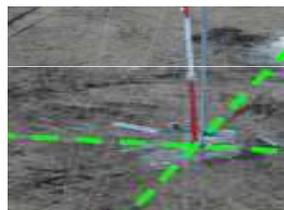
2. tous les câbles pour les capteurs (adaptions de la longueur, montage des fiches de connexion)
3. Configuration du datalogger
4. Tests complets du fonctionnement du système
5. Protection de l'armoire électrique contre l'humidité et les insectes

▪ **Préparation du site**

1. Choisir un site sans obstacles



2. Construction des fondations en béton et assurer une bonne verticalité du mât



▪ **Montage du mât**

1. Positionnement et fixation de la base du mât



2. Assemblage des tubes du mât



3. Insertion d'un fil de fer à l'intérieur du mât pour éventuellement tirer le câble électrique



4. Préparation des haubans

5. Montage du bras de levier et du treuil



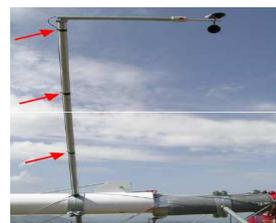
▪ **Montage du système de mesures**

1. Montage (avec prudence!) les capteurs

3. Fixation de tous les câbles aux potences à l'aide d'attache câbles

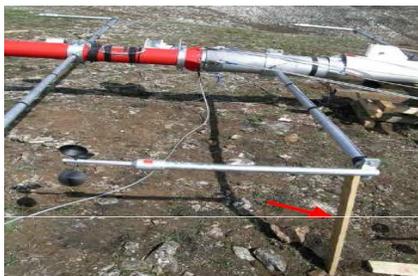
2. Insertion des câbles venant des capteurs à l'intérieur du mât

4. Montage de l'armoire électrique



5. Connexion du système de mesures à l'alimentation électrique

6. Protéger des capteurs contre les contacts avec le sol



7. Assurer que la marque du nord des girouettes est linéaire aux géographiques



8. Test de fonctions de tous les capteurs et vérification des signaux à l'aide d'un multimètre

▪ **Levage du mât**

1. Lever le mât à l'aide du treuil, qui doit être graissé pendant le levage



2. Contrôle et ajustement permanent de la tension des haubans



3. Observer des capteurs (pas de contact avec les haubans!



4. Vérification de la verticalité du tube de base du mât à l'aide d'un **niveau à bulle** et ajustement de la tension des haubans



▪ Mise en service du système de mesures

1. Fixer tous les câbles au mât



2. Faire un test de vérification finale des signaux électriques des capteurs à l'aide d'un multimètre

3. Faire un test de vérification finale de l'alimentation solaire

4. Vérification finale de la configuration de l'enregistreur de données

5. Test du téléchargement des données à l'aide du modem

6. Protection du système contre les animaux et contre de vols (fermer à clé l'armoire électrique, etc.)



D. Problèmes typiques

Mauvaise préparation du site



Mauvaise préparation des fondations



Mauvais fixation des haubans



Mauvaise qualité de matériau



E. aspects de sécurité

- Ne restez jamais sous le mât ou sous les haubans pendant l'opération de levage du mât.
- Il est recommandé de porter un casque et des chaussures de sécurité.
- Pensez à la sécurité des être humains.



II. L'instrumentation de mesures

Conception d'un système d'acquisition des données

Configuré le CR1000 en définissant les différents capteurs et comment les paramètres sont mesurés.

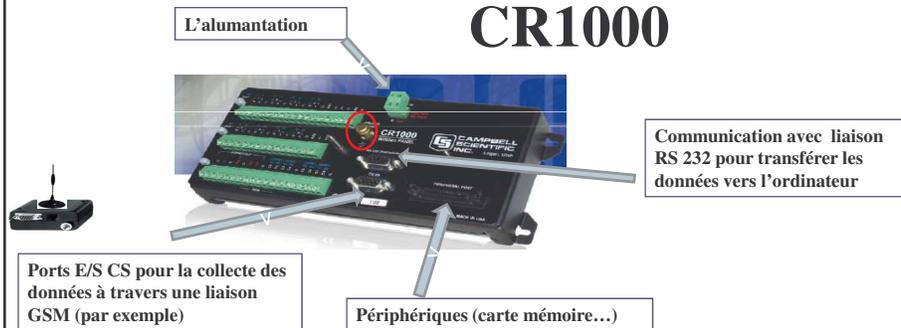


Introduction au logiciel **PC200W**



Exemple : La central d'acquisition

CR1000



Entrées analogiques: 16 unipolaires (8 différentielles)
 Plage de mesures : ± 5000 mV
 Sortie d'excitation: E1 à E3 **voltage**
 Ports Pulsés : P1 et P2
 Ports de Control (entrées /sorties numériques): C1 à C8
 Mémoire : 4 MB (stockage des programmes et des données)
 Communication Ports: 1 RS-232, 1 CS I/O, 1 Parallel Peripheral

III. Opération et maintenance du système de mesures

- téléchargement des données
- Vérification des données
- maintenance du système

Téléchargement des données

- Les données doivent être télécharger et vérifiées par intervalles réguliers! **au moins une fois par semaine**
- S'il n'y a pas de réception GSM sur le site, il est recommandé de télécharger manuellement et de vérifier la fiabilité des données! **au moins une fois par mois**
- Des intervalles plus longs entre les téléchargements impliqueraient un risque de perte des données lié à un défaut dans le système, ou à un écrasement des données

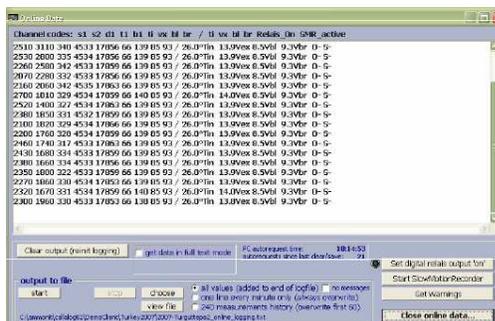
Vérification des données

- Vérifier la fiabilité des données en observant les valeurs numériques
- Déterminer le taux de couverture des données
- Effectuer une corrélation entre les mesures de deux capteurs installés sur le même mat de mesure
- Exclure les données non correcte lors du traitement des données
- Vérifier à chaque fois l'alimentation, la connexion des différents capteurs et la conductibilité des câbles

Maintenance du système de mesures

- ❑ Le système de mesures doit être contrôlé par intervalles réguliers! **inspection une fois par mois**
- ❑ Après des vents fort (tempêtes), il est recommandé d'inspecter le système de mesures
- ❑ Inspection du système de mesures
 - ✓ vérification de la tension des haubans, resserrage si nécessaire; Vérification de la verticalité du mat!
 - ✓ vérification visuel des composants du système (capteurs, potences, modules solaires, armoire électrique, câbles, etc.), éventuellement le grillage autour du mât, etc.
 - ✓ Vérification de l'orientation des potences à l'aide d'une boussole, particulièrement après une tempête

- ✓ Test de fonctionnement du système en vérifiant directement les valeurs sur l'afficheur de la centrale d'acquisition des données (ou à l'aide d'un ordinateur portable et de la fonction « data online »)



En cas **de défaut** : il faut tester l'alimentation et les signaux aux sorties des capteurs à l'aide d'un multimètre

Généralement, tout problème et toute réparation effectuée doivent être documentés dans un rapport. Le rapport doit contenir les informations détaillées sur les travaux exécutés (le responsable, date et heure, travaux réalisés, etc.).

IV. Évaluation des données de mesures

Filtrage des données erronées

Reconstruction des données perdues (si possible)

Détermination des figures évaluatives (statistiques du vent)

Corrélation à long terme

Filtrage des données erronées

- ✓ **données doubles** correspondants aux même date et heure des collectes
- ✓ **données en dehors de l'intervalle de mesure**
- ✓ **données non-plausibles**, exemple:
valeur (t) = valeur(t+1) = valeur(t+2) = valeur(t+3) = ... Ou
- ✓ **dysfonctionnement des capteurs**
- ✓ **capteurs endommagés**, exemple:
anémomètre avec des roulements à billes endommagés

Reconstruction des données perdues (si possible)

- ✓ Reconstruire les données perdues, dû au dysfonctionnement du système de mesures ou endommagement des capteurs.
- ✓ La reconstruction est effectuée à l'aide des données provenant des autres capteurs en utilisant des méthodes de corrélation ou d'extrapolation.

Exemple

- Reconstruction des données d'un anémomètre endommagé à l'aide d'un anémomètre monté **sur le même mât**
- Reconstruction des données d'un capteur endommagé à l'aide d'un capteur monté **sur un autre mât (proche du site)**

Détermination des figure évaluatives (statistiques du vent)

La plupart des distributions des vents peuvent être approchées par la fonction de répartition de **Weibull $F(V)$** .

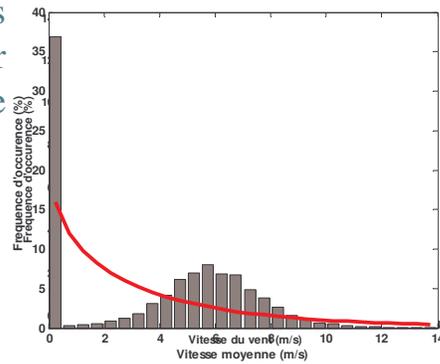
$$f(V) = \frac{K}{A} \cdot \left(\frac{V}{A}\right)^{K-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{V}{A}\right)^K\right]$$

V : vitesse de vent (m/s)

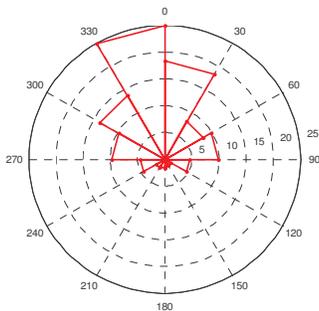
A : paramètre d'échelle (m/s)

k : paramètre de forme

$V = \text{approximativement } 0,9^{\frac{1}{k}} \cdot A$



Répartition de la direction des vents (souvent données en secteur de 30° dans un repère polaire)



V. Outils pour évaluer les données de vent

- Wasp
- WindPRO