



HYDROMET

AVEC LE SOUTIEN DE



GREEN
CLIMATE
FUND



Cofinancé par
l'Union européenne

Projet Hydromet

« Renforcement de la résilience régionale grâce à des services météorologiques, hydrologiques et climatiques améliorés dans les pays membres de la Commission de l'océan Indien" (HYDROMET)

Comité de pilotage régional du projet #2

Implantation des radars

doc4p6RPSC2

Objet	Implantation des radars
-------	-------------------------

1 Introduction

La modernisation des systèmes d'observation dans les pays comprend l'acquisition des radars météorologiques dont l'installation et l'exploitation demandent un soutien des pays notamment pour la préparation des sites. L'UGP présentera les spécificités du marché des radars et les besoins en termes d'identification et de préparation des sites d'installation, la préparation pour en assurer la maintenance, les pièces de rechange, les coûts d'exploitation et l'amortissement des pièces et du radar. Le comité sera invité à examiner le document et faire les recommandations en soutien à l'acquisition des radars.

2 Implantation

2.1 Généralités

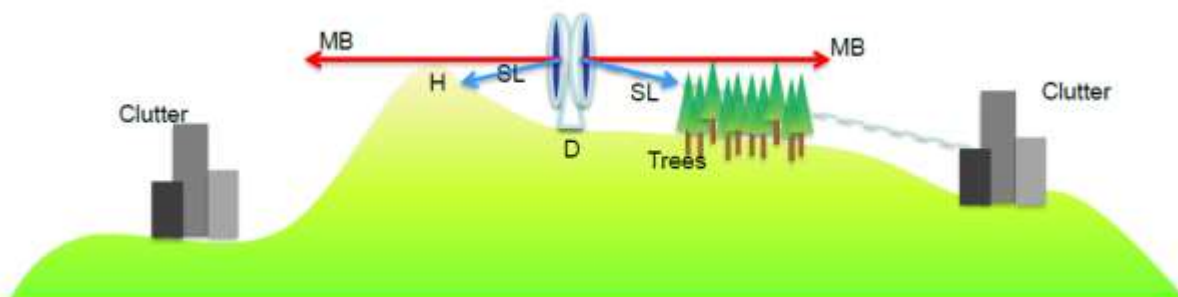
Les radars doivent être déployés sur des sites soigneusement choisis pour offrir une couverture aussi complète et dégagée que possible, avec l'infrastructure et la logistique nécessaires, comme les routes d'accès, l'électricité et les télécommunications. L'environnement électromagnétique, interne et externe à l'instrument radar, doit être aussi propre que possible. Les radars doivent être configurés pour acquérir des données qui répondent aux exigences de l'utilisateur et de l'application, ce qui implique de faire des choix éclairés en ce qui concerne le type de radar et sa bande de fréquence.

Le choix d'un nouveau site peut nécessiter un compromis entre les facteurs suivants :

- La façon dont la couverture du radar s'intègre dans le réseau radar plus large (exemple Rodrigue vs Maurice) ;
- Minimiser l'obstruction du faisceau, y compris les constructions futures et la croissance de la végétation ;
- Minimiser l'encombrement, y compris le trafic en mouvement et l'encombrement des éoliennes ;
- Minimiser les interférences électroniques ;
- Minimiser l'altitude, afin d'assurer des observations de bonne qualité de la couche limite ;
- Minimiser le coût de l'infrastructure nécessaire (par exemple, la construction de routes, l'électricité, les télécommunications et la sécurité) ;
- Minimiser l'impact sur l'environnement et se conformer aux réglementations en vigueur ;
- Maximiser l'accessibilité au site du radar dans toutes les conditions météorologiques, à des fins de maintenance.

2.2 Brouillage

Le brouillage est causé par les échos radar provenant du sol ou de la surface de l'eau, ou d'objets situés à la surface. En général, ces objets sont stationnaires, bien qu'il existe des exceptions telles que les échos de mer, les véhicules en mouvement et les pales d'éoliennes. Le blocage du faisceau est causé par des objets qui bloquent la trajectoire des ondes émises. Ces objets apparaissent comme des parasites et la puissance restante au-delà de ces parasites est réduite. Si le lobe principal est complètement bloqué (comme dans le cas d'un terrain élevé à proximité du radar), aucune puissance n'atteindra les cibles au-delà de la portée de l'encombrement.



Bien que les filtres de brouillage modernes soient efficaces pour les échos parasites stationnaires, il est important de choisir un site qui minimise autant que possible la contamination par les échos parasites. Le terrain et les objets fixes (tels que les tours proches) visibles par le lobe principal du faisceau produiront des échos de retour de forte puissance qui sont parfois trop forts pour être traités complètement par un filtre.

L'impact des parcs éoliens est particulièrement difficile à atténuer car les pales mobiles des turbines répartissent la puissance renvoyée sur l'ensemble du spectre Doppler. Dans ce cas, les filtres de brouillage spectral standard ne sont pas efficaces. L'impact est considérablement plus grave que celui d'une structure non mobile de taille similaire. Par conséquent, les parcs éoliens posent un problème important de qualité des données et doivent être évités dans la mesure du possible.

L'impact des éoliennes est suffisamment important pour que l'OMM ait publié une déclaration spécifique à leur sujet (voir le Guide des instruments et méthodes d'observation (OMM-N° 8), volume III, annexe 7.C). Idéalement, aucun parc éolien ne devrait être présent ou prévu au moment de l'installation du radar à une distance inférieure à 20 km pour la bande C ou 30 km pour la bande S, ou dans l'axe direct de l'antenne du radar.

2.3 Impact environnemental

La réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement est essentielle pour tout projet de construction d'un nouveau radar météorologique. Elle doit couvrir les aspects suivants

- La construction ou l'élargissement de la route d'accès, si nécessaire
- Le déboisement du site et l'élimination de la végétation
- L'installation de nouvelles lignes électriques ou d'un accès au réseau, si nécessaire
- La visibilité de la tour et son impact sur le paysage
- Le stockage de gazole ou de propane sur le site, si nécessaire
- L'adéquation des sols et de la pente pour le drainage
- Le bruit acoustique (provenant par exemple d'un groupe électrogène)
- Les risques de rayonnement micro-ondes au-delà des limites du site.

Ce dernier point est important, car la population locale peut s'opposer à une nouvelle installation radar, principalement par crainte du danger des radiations. Le public comprend généralement mal les

différences de danger entre les sources de rayonnement. Les micro-ondes sont une forme de rayonnement non ionisant à faible énergie, similaire aux ondes radio à haute fréquence. Cependant, la focalisation du faisceau peut être inquiétante pour les personnes vivant à proximité du site.

En outre, d'autres installations, telles que des tours radio, situées à proximité du radar, doivent également être prises en compte. Le personnel peut être amené à travailler sur ces tours.

Concernant cet impact, il est suggéré que le coordinateur national, qui assume désormais également le travail de responsable national E&S (RES), en collaboration avec l'expert environnemental et social (EES), doit entreprendre les tâches suivantes :

- Veiller à ce que l'approbation et les permis délivrés par le gouvernement national soient obtenus.
- Les autorités doivent établir la documentation nécessaire aux fins de conformité à la législation nationale ;
- Charger le bureau d'architecte et les prestataires de services de faire une déclaration et de veiller à ce qu'ils soumettent des documents démontrant leur engagement en faveur de la durabilité et de la sauvegarde environnementale et sociale ;
- Le fournisseur doit fournir une garantie écrite que les équipements n'ont pas d'effet néfaste sur la santé du personnel utilisant l'équipement et qu'ils n'entraînent pas de pollution de l'environnement ;
- La station radar doit être située dans une zone où elle est moins susceptible d'être affectée par les intempéries et leurs effets, tels que les inondations ;
- Le radar doit être conçu de manière à pouvoir être protégé ou démonté lors de conditions météorologiques extrêmes telles que les cyclones ;
- Veiller à ce que les droits des travailleurs ne soient pas violés ;
- Collaborer avec les parties prenantes et permettre des enquêtes plus approfondies sur la santé et la sécurité de la population locale ;
- Veiller à ce que les autres impacts associés à la construction, tels que les émissions de bruit et de poussière, soient identifiés, atténués et gérés.

2.4 Infrastructure du site

Accès

Un bon accès au site par la route est un grand avantage, car il permet de réduire les coûts et d'assurer un accès rapide pour l'entretien et les services. Cela n'est pas toujours possible. Dans les régions montagneuses, certains sites ne sont accessibles que par téléphérique ou par hélicoptère.

Il peut être nécessaire de construire une route ou d'améliorer une route existante. Dans ce cas, une étude d'impact sur l'environnement est nécessaire et les réglementations qui régissent ces nouvelles constructions doivent être respectées. Il en va de même pour le site lui-même et l'exploitation du radar sur le site.

La propriété des terrains doit être vérifiée pour garantir l'accès. Les coûts d'entretien de la route, y compris le drainage, doivent être inclus dans la planification. Il est important de pouvoir atteindre le site

par mauvais temps, car c'est souvent à ce moment-là que des problèmes surviennent en raison des dégâts causés par les tempêtes.

L'extension du réseau électrique et l'accès au réseau peuvent parfois être réalisés en même temps que la construction, l'extension ou l'amélioration d'une route.

Tour

Un pylône (ou le toit d'un bâtiment approprié) est généralement nécessaire pour offrir une vue dégagée sur les arbres et les structures proches du site, et pour assurer la sécurité du personnel face au rayonnement de l'émetteur, en élevant l'antenne bien au-dessus d'eux.

La tour doit être suffisamment haute pour permettre de franchir les obstacles. Pour les installations radar qui abritent l'émetteur à la base de la tour, cela signifie que le guide d'ondes doit aller de la base jusqu'à l'antenne. Il est important de calculer la perte de signal qui se produira dans le guide d'ondes, car cette perte diminue la sensibilité du radar. Les fabricants proposent différentes conceptions pour minimiser les pertes et donc maximiser la sensibilité. Il sera nécessaire de travailler avec le fabricant sur la conception de la tour la mieux adaptée à l'installation.

Radôme

Presque toutes les installations de radars météorologiques opérationnels comprennent un radôme destiné à protéger le piédestal et l'antenne des intempéries. Le radôme est situé au sommet de la tour ou sur le toit d'un bâtiment s'il n'y a pas de tour. Les radômes provoquent une atténuation, de sorte qu'une certaine diminution des performances est inévitable. C'est particulièrement le cas lorsque le radôme est mouillé.

Si le radar est à double polarisation, il est essentiel que le radôme soit conçu pour des mesures à double polarisation.

Puissance électrique

La plupart des installations de radars nécessitent un accès à une alimentation triphasée d'une capacité d'au moins 25 kVA, en fonction de la charge de la climatisation, du chauffage et d'autres équipements auxiliaires. Les besoins en énergie du radar lui-même doivent être spécifiés par le fabricant du radar. L'alimentation électrique doit être dimensionnée pour la charge du radar et celle des autres équipements du site.

Réseau télécom

Pour qu'un système radar moderne fonctionne efficacement, une connexion réseau fiable entre le site du radar et un bureau de services météorologiques plus central est considérée comme essentielle. Cela permet de copier les données en temps réel du site vers le bureau, pour les utiliser dans les prévisions et les alertes.

Les types de connexion réseau les plus courants sont les connexions cellulaires de quatrième génération (4G) ou de cinquième génération (5G), les lignes téléphoniques d'abonné numérique à haut débit, les lignes à fibre optique, les liaisons micro-ondes (point à point) et les liaisons par satellite. Le choix dépendra de la disponibilité, du coût et de la situation locale sur le site du radar.

Au début des années 2000, une connexion T1 (1 mégabit par seconde (Mbps)) était considérée comme raisonnable pour télécharger les données des moments radar en temps réel. Cependant, sur les systèmes modernes, la nécessité d'une surveillance et d'un contrôle à distance exige une largeur de bande plus élevée, qui tend à être le facteur limitant, plutôt que le transfert de données.

Une vitesse de réseau minimale de 10-20 Mbps est recommandée pour une connexion pratique vers/depuis le radar.

2.5 Allocation de fréquence

Les radars météorologiques sont en concurrence les uns avec les autres, ainsi qu'avec d'autres technologies et industries, pour l'utilisation de la partie micro-ondes du spectre électromagnétique. Certaines parties du spectre sont réservées aux radars météorologiques, mais d'autres peuvent chevaucher les routeurs Wi-Fi.

Chaque radar nécessite une licence pour fonctionner sur une fréquence centrale assignée. Dans chaque pays, l'Agence nationale des fréquences radio est responsable de l'attribution des fréquences pour les radars météorologiques.

2.6 Exemple de check-list pour qualifier la sélection d'un nouveau site radar

Voici les premières questions à se poser quand on veut installer un radar :

- Emplacement
 - Donner les coordonnées de la position prévue ;
 - Donner l'altitude de la position prévue ;
 - Pour les masques et le calcul de la hauteur de la tour :
 - Faire un tour d'horizon et indiquer tous les masques possibles ;
 - Utiliser un théodolite (météo) ou autre ;
 - Mesurer les angles horizontaux et verticaux de ces masques et estimer leur distance ;
- Electricité :
 - Localiser la source électrique la plus proche ;
 - Préciser la puissance électrique disponible ;
 - Indiquer la distance entre ce point et la position ;
- Data :
 - Lister toutes les possibilités de communication ;
 - Réseau local (à quelle distance et quelle bande passante) ;
 - Point télécom ;
 - Capacité du réseau mobile (5G, ou autre) ;
 - Liste des autres radars dans la zone (ainsi que leurs caractéristiques : fréquence, puissance, utilisation) ;
 - Liste des autres émetteurs radio éventuels (et distance approximative) ;
 - Préciser le lieu de traitement des données (station météo, autre) ;
- Facilités :
 - Route d'accès (piste ou route) ;
 - Disponibilité d'une zone de stockage ;
 - Récupérer un plan du site si possible (aéroport ou bâtiment météo) ;
 - Vérifier espace disponible au sol ;
 - Type de sol (s'il faut construire).

3 Maintenance

L'objectif principal de la maintenance préventive est de minimiser le risque de pannes inattendues pouvant entraîner de longues périodes d'immobilisation. Elle comprend une inspection régulière du système afin d'évaluer son état actuel et d'effectuer des réparations. Une visite de maintenance préventive comprend généralement les tâches suivantes :

- Vérifier l'état actuel par des inspections visuelles, des tests et des mesures
- Nettoyer et entretenir les composants (par exemple, les consommables)
- Remplacer les composants défectueux ou usés
- Ajuster les réglages si nécessaire

Dans le cas d'un système radar, les tâches de maintenance dépendent du système et du fabricant. Toutefois, pour minimiser les temps d'arrêt et obtenir des résultats optimaux lors des visites de maintenance, les principes généraux suivants doivent être mis en œuvre :

- Préparation et planning des interventions à l'avance
- Ingénieurs de terrain bien formés avec :
 - Formation initiale et régulière par le fabricant ou d'autres instructeurs qualifiés
 - Connaissance et compréhension du radar
 - Compréhension de la signification des données radar pour le fonctionnement du service météorologique

Une visite de maintenance de routine est l'un des rares moments où un radar météorologique n'est pas utilisé 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. L'un des principaux objectifs de tous les opérateurs de radars est de minimiser les temps d'arrêt, ce qui se traduit par des visites de maintenance rares et courtes. Les visites de maintenance typiques ne dépassent pas 1 à 3 jours ouvrables. Le temps d'immobilisation total devrait être inférieur à cette durée et variera en fonction du radar. Toutefois, il peut être plus long, en fonction de la nature des travaux effectués (par exemple, remplacement de composants mécaniques ou électriques majeurs en raison d'une défaillance inattendue ou d'un remplacement planifié en raison de l'ancienneté de l'appareil). Ces visites offrent une rare possibilité d'être sur place et de vérifier en détail tous les aspects du système.

Les intervalles de maintenance dépendent des exigences du système radar. Ils sont spécifiés par le fabricant et doivent être respectés autant que possible. En règle générale, toute modification des intervalles spécifiés doit être approuvée par le fabricant afin d'éviter des résultats inattendus ou des pannes. Généralement, un intervalle de maintenance de 9 mois peut être complété par de courtes visites sur site tous les 3 mois. Au cours de la maintenance, les principaux travaux (par exemple, la lubrification des piédestaux) sont effectués. Les visites supplémentaires permettent d'inspecter l'ensemble du site et de vérifier les composants jugés critiques.

Vérification de l'infrastructure :

En général, les sites radar fonctionnent de manière entièrement automatisée, sans aucun personnel sur place, bien que certains radars permettent aux prévisionnistes d'intervenir ou de contrôler le système à partir de bureaux distants. Les techniciens de terrain ne sont présents sur le site qu'au moment de la maintenance, lorsqu'ils peuvent inspecter en détail le système et les bâtiments. Il faut profiter de cette

occasion pour inspecter minutieusement l'infrastructure afin de résoudre les problèmes et de les documenter. Les observations visuelles et acoustiques sont souvent utiles. Des photos peuvent aider à clarifier les résultats à un stade ultérieur.

Le radôme est un élément critique de l'infrastructure. Il doit être inspecté de l'intérieur et de l'extérieur. Les inspections extérieures peuvent nécessiter un équipement d'escalade et une formation spécialisée, des plates-formes de travail aériennes ou d'autres équipements d'accès. Des drones peuvent également s'avérer utiles. L'inspection extérieure doit permettre d'évaluer l'état extérieur en ce qui concerne les dépôts de saleté, le revêtement hydrophobe et l'usure générale des joints et des panneaux. L'intérieur du radôme doit également être vérifié afin de déterminer s'il y a des fuites au niveau de l'étanchéité. Les flaques d'eau à l'intérieur, ainsi que les résidus d'eau sur les panneaux ou le sol, sont de bons indicateurs de fuites.

Composants mécaniques

Tous les radars utilisent des systèmes mécaniques pour déplacer les antennes dans les positions souhaitées. Ces systèmes s'usent et peuvent nécessiter une lubrification. Les détails doivent figurer dans le manuel du radar. Le cas échéant, la lubrification est essentielle et ne doit pas être négligée. Un système de lubrification automatisé peut contribuer à réduire le nombre de visites sur site. Lors de la maintenance, le sous-système mécanique doit être inspecté visuellement et acoustiquement.

La maintenance du radar comprend généralement des mesures de l'émetteur et du récepteur, telles que la fréquence, la puissance, la forme de l'impulsion et le gain. Le fabricant conseille généralement de prélever un échantillon de bruit, de vérifier la linéarité et d'effectuer un étalonnage en un point. Toutefois, il convient d'être très prudent avant d'appliquer les résultats obtenus et de régler le système radar. Souvent, les résultats ne représentent qu'un instantané et peuvent être loin d'être optimaux. L'application d'un mauvais étalonnage peut se traduire par de mauvaises données radar et provoquer des sauts de données inattendus.