

Météo-France

Marchés n°2636F0070

**Fourniture de radars météorologiques en
bande C à émetteur à état solide, tours,
radômes et locaux techniques, pour le
réseau d'observation de Météo-France en
Outre-Mer et services associés**

Cahier des Clauses techniques particulières (CCTP)

Table des matières

1.	Introduction.....	5
1.1.	Objet.....	5
1.2.	Exploitation prévisionnelle des radars.....	5
1.3.	Explication des spécifications techniques.....	5
2.	Étendue de la fourniture.....	7
3.	Sites radar et livraison.....	11
4.	Spécifications générales.....	12
4.1.	Conditions d'environnement.....	12
4.2.	Protection foudre.....	13
4.3.	Balisage aérien.....	13
4.4.	Normes applicables.....	14
4.5.	Cycle de vie.....	14
4.6.	Phénomènes météorologiques à détecter.....	15
4.7.	Fonctionnement et ressources humaines.....	16
4.8.	Produits.....	17
4.9.	Télécommunications.....	18
4.10.	Alimentation électrique.....	19
4.11.	Sécurité.....	20
5.	Spécifications du système radar.....	22
5.1.	Considérations générales.....	22
5.2.	Le radôme.....	22
5.3.	Piédestal du radar.....	24
5.4.	Baies et racks électriques.....	26
5.5.	Émetteur.....	27
5.6.	Le récepteur.....	30
5.7.	Radiofréquence globale (Récepteur+Émetteur+radôme+antenne) et qualité des données.....	32
5.8.	La tour.....	35
5.9.	Les abris techniques.....	39
5.10.	Moyens informatiques.....	42
5.11.	Documentation technique.....	47
5.12.	Ensemble de pièces détachées de premier niveau.....	50
5.13.	Jeu d'outils.....	50
5.14.	Appareils de mesure indépendants.....	50
5.15.	Système de surveillance environnemental et contrôle.....	51
6.	Services associés à la fourniture.....	52
6.1.	Vérifications.....	52
6.2.	Livraison, Installation, et mise en service du système radar.....	52
6.3.	Assurance et gardiennage.....	53
6.4.	Formations.....	54
6.5.	Garantie.....	55
7.	Maintenance.....	58
Annexe A.	Schéma de principe des interfaces fluides du système radar	65
Annexe B.	Définition de l'écart type de réflectivité	66

Annexe C.....	Terrain alloué pour le système radar de Mayotte
67	
.....	68
Annexe D.....	Terrain alloué pour le système radar de Moorea
69	
Annexe E.....	Exigence en termes de Télémaintenance pour Météo-France
70	
Annexe F.....	Classification des niveaux de maintenance pris en compte à Météo-France
71	
Annexe G.....	Architecture de l'interface numérique du système radar
72	
Annexe H.....	Résumé des documents et livrables à fournir dans l'offre
73	

1. Introduction

1.1. Objet

Ce document constitue le Cahier des Clauses techniques particulières (CCTP) du marché Météo-France pour la fourniture, la livraison, l'installation et la maintenance de systèmes radars clé en main en outre-mer et services associés.

La fourniture pour chaque site radar est constitué d'un radar météorologique en bande C à émetteur à état solide (EES par la suite), son radôme, sa tour et ses locaux techniques, qui constituent **le système radar**.

Il comprend également la fourniture de la documentation technique du radar et du radôme, le dossier de conception des infrastructures (tour et abris techniques), la fourniture des pièces de rechange de premier niveau ainsi que les prestations d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de formation, garanties, extension de garantie et maintenance.

La prestation ne comprend pas la préparation des infrastructures sol, qui sont de responsabilité Météo-France : fondations de la tour, local technique Météo-France, arrivée électricité et télécoms, clôture du site.

Chaque système radar objet de ce marché est destiné à être exploité de manière opérationnelle sur un nouveau site radar situé en outre-mer : à Mayotte et à Moorea (Polynésie française).

1.2. Exploitation prévisionnelle des radars

Le système radar clé en main est destiné à être installé sur un site outre-mer ne disposant pas d'autres radars Météorologiques alentours.

Le radar répond à des enjeux de protection des personnes et des biens dans la zone insulaire proche du radar. La qualité des données doit permettre une exploitation de celles-ci à des fins hydrologiques.

Il permet de suivre et anticiper l'ampleur et l'évolution des phénomènes météorologiques qui circulent dans la zone de portée moyenne (#300km du radar), offrant une mesure complémentaire et plus fine que le suivi par satellite.

Les données sont intégrées aux systèmes opérationnels d'aide à la décision aéronautique Météo-France

A ce titre, il doit :

- Détecter et mesurer les précipitations significatives d'un point de vue météorologique jusqu'à une portée de 300km.
- Fournir des informations quantitatives très fiables jusqu'à une portée de 100km à des fins d'exploitation hydrologiques.
- Fournir les données de vitesse de vent radial (doppler) jusqu'à une portée de 100km.
- Proposer une disponibilité opérationnelle de ces données importante.

Les données du radar sont principalement exploitées par les prévisionnistes Météo-France de la zone insulaire où il est déployé. Les traitements sur les données radar sont principalement faits à Toulouse, mais un mode secours local permet aux prévisionnistes d'avoir des produits fiables et exploitables en cas de rupture de la chaîne de conception des produits avec Toulouse (soutis télécoms notamment).

Le système radar est prévu être exploité opérationnellement 24H/24 et 7J/7 durant 20 ans après sa mise en fonctionnement.

1.3. Explication des spécifications techniques

Chaque spécification est présentée dans un tableau.

La première cellule de la ligne est le numéro de référence de la spécification, par exemple « 5.3.1.1 ».

La deuxième cellule de la ligne indique si la spécification est une exigence, impérative (« IMP ») ou une spécification, souhaitable (cellule vide) :

- Exigence, impérative (« IMP »). Le Fournisseur doit garantir le respect absolu d'une exigence impérative. Le non-respect d'une exigence impérative entraîne l'exclusion de l'offre de la suite de l'évaluation.

- Spécification, souhaitable (cellule vide). Pour une spécification souhaitable, la valeur de conformité indiquée ne doit être considérée que comme la valeur nominale attendue. Une valeur inférieure au souhait de Météo-France entraîne une évaluation technique inférieure, mais n'entraîne pas l'exclusion de l'offre. Une offre peut également dépasser la valeur nominale attendue et obtenir une évaluation technique supérieure.

Pour toutes les spécifications, si une valeur ou une explication technique est spécifiquement requise dans l'offre, la dernière cellule de la ligne est colorée en jaune et doit être renseignée dans l'offre. La version originale modifiable de ce document (.docx), incluant les informations requises en français ou en anglais, est fournie dans son offre.

Les informations renseignées dans les cellules jaunes sont prises en compte dans l'évaluation technique de l'offre.

Si la réponse est trop longue pour entrer facilement dans la cellule du tableau, il est permis de joindre un document supplémentaire à l'offre, et d'y faire référence dans la cellule du tableau.

Il est autorisé, mais pas obligatoire, d'ajouter tout commentaire utile sur une cellule non colorée en jaune.

Exemples :

5.3.1.1	IMP	Plage de rotation AZ La plage de rotation en azimut est de 0 à 360° (cercle complet).	
5.3.1.10	IMP	Précision du pointage de l'antenne La précision du pointage de l'antenne est meilleure que 0,1° en azimut et en élévation.	Précision du pointage de l'antenne : 0,1°
5.3.3.3		Maintenance Les opérations de maintenance sur le piedestal sont réalisables sans retirer le radôme.	
5.4.1.2		Alimentation électrique : consommation moyenne La consommation électrique moyenne du système radar complet est spécifiée, pour une exploitation typique (vitesse d'antenne de 3 tr/min, rapport cyclique d'émission de 0,1 %).	Consommation électrique moyenne du système radar 22 kW

Explications :

- L'exigence 5.3.1.1 est impérative (« IMP » dans la deuxième cellule de la ligne). Dans cet exemple, aucune réponse spécifique n'est demandée (pas de cellule jaune) : l'exigence doit être satisfaite car la non-conformité exclut l'offre.
- L'exigence 5.3.1.10 est également impérative. l'offre doit préciser dans la cellule en jaune la valeur de précision du pointage de l'antenne en degré. Dans cet exemple, l'évaluation technique est meilleure si l'offre dépasse la valeur de conformité de l'objectif (0,1°).
- L'exigence 5.3.3.3 n'exige pas de réponse spécifique dans l'offre (pas de cellule jaune), mais il est possible d'ajouter un commentaire supplémentaire bien que ce ne soit pas obligatoire
- La spécification 5.4.1.2 n'est que souhaitable (la deuxième cellule de la ligne est vierge). Le fournisseur indique ici la consommation électrique moyenne du système radar.

2. Étendue de la fourniture

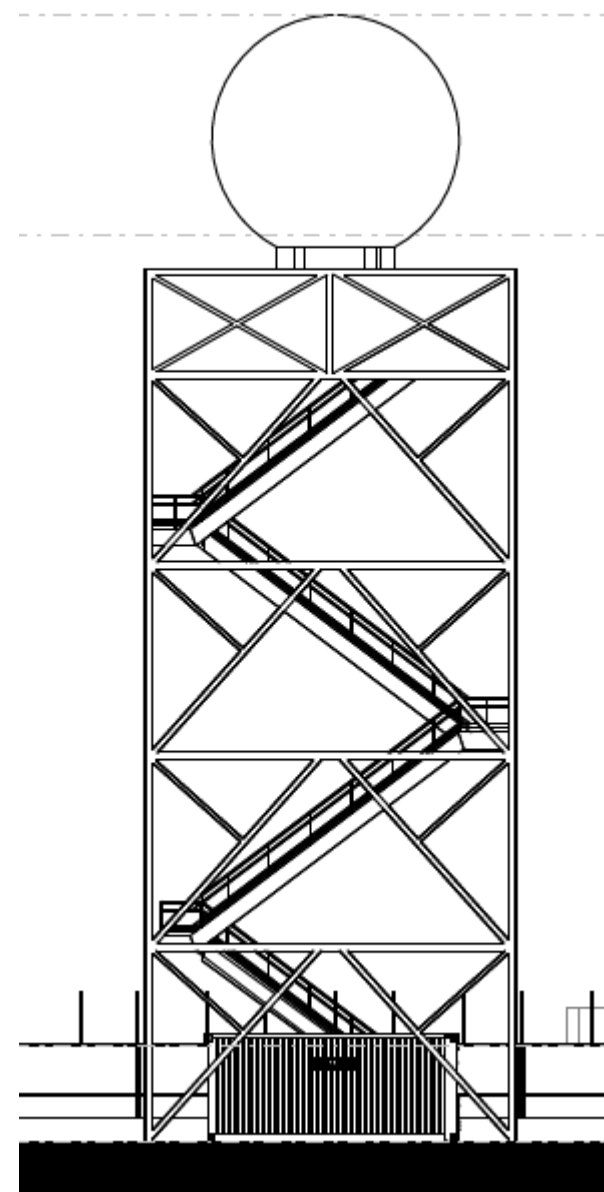
Principes généraux :

Sur la base du schéma de principe ci-contre (non contractuel), le système radar est composé :

- D'un radar à émetteur à état solide double polarisation en bande C complet (antenne, tourelle, câbles et guides d'onde, baies électroniques, ...)
- D'un radôme de protection des parties mobiles du radar
- D'une tour radar avec son accès sécurisé à l'espace sous-radôme (forme de la tour et escalier d'accès non contractuels)
- D'un ou plusieurs abris techniques pour protéger les composants électroniques constitutifs du radar et les équipements complémentaires nécessaires au bon fonctionnement du radar (coffret électrique, télécoms, éventuelles climatisations, onduleur, alimentation secours,...) et situés hors espace sous-radôme.

Les fondations béton sur lesquelles la tour est mise en place sont hors marché, elles sont réalisées par Météo-France à partir du document de spécifications d'interfaces du système radar, transmis par le fournisseur (cf exigence 5.11.1.5).

La clôture, le local technique Météo-France, l'amenée de l'électricité et des télécoms sont hors programme, de responsabilité Météo-France, et réalisées sur la base du document de spécifications d'interfaces du système radar (cf exigence 5.11.1.5), transmis par le fournisseur.



2.1.1		Liste des lots et des postes du marché																													
2.1.1.1	IMP	Liste des postes Le marché est constitué des postes suivants : <table><tr><td></td><td>Poste fourniture système radar</td></tr><tr><td>Poste 1.1</td><td>Fourniture, installation et mise en service d'un système radar contenant un radar à émetteur à état solide en bande C, un radôme, sa tour et ses abris techniques, à Mayotte</td></tr><tr><td>Poste 1.2</td><td>Fourniture, installation et mise en service d'un système radar contenant un radar à émetteur à état solide en bande C, un radôme, sa tour et ses abris techniques, à Moorea</td></tr><tr><td></td><td>Services associés</td></tr><tr><td>Poste 2.1</td><td>Stockage additionnel des fournitures pour un système radar (poste 1.1 ou 1.2) en usine pendant un mois</td></tr><tr><td>Poste 2.2</td><td>Formation de base sur site</td></tr><tr><td>Poste 2.3</td><td>Fourniture de pièces détachées et licences</td></tr><tr><td>Poste 2.4</td><td>Habillage du système radar de Moorea pour améliorer son intégration paysagère</td></tr><tr><td>Poste 2.5</td><td>Formation de base à distance</td></tr><tr><td></td><td>Postes maintenance</td></tr><tr><td>Poste 3.1</td><td>Extension de la garantie initiale de 3 ans supplémentaires (soit 5 ans en tout) à Mayotte</td></tr><tr><td>Poste 3.2</td><td>Forfait de maintenance pour une année pour un radar situé à Mayotte</td></tr><tr><td>Poste 3.3</td><td>Extension de la garantie initiale de 3 ans suplémentaires (soit 5 ans en tout) à Moorea</td></tr><tr><td>Poste 3.4</td><td>Forfait de maintenance pour une année pour un radar situé à Moorea</td></tr></table> Les postes 1.1, 1.2, 2.4, 3.1, 3.3 ne peuvent être commandés qu'une seule fois Les postes 2.1, 2.2, 2.3 et 2.5 peuvent être commandés plusieurs fois. Le poste 2.1 est commandé dans le cadre de la fourniture d'un système radar, lorsque la durée de stockage en usine, avant livraison sur site, exigée par Météo-France, dépasse la durée maximale de stockage définie dans le cahier des clauses administratives particulières (CCAP) du présent marché. Les postes 1.1 et 1.2 diffèrent : • dans la localisation cible du radar, qui peut avoir un impact en termes de livraison, d'installation (délai,		Poste fourniture système radar	Poste 1.1	Fourniture, installation et mise en service d'un système radar contenant un radar à émetteur à état solide en bande C, un radôme, sa tour et ses abris techniques, à Mayotte	Poste 1.2	Fourniture, installation et mise en service d'un système radar contenant un radar à émetteur à état solide en bande C, un radôme, sa tour et ses abris techniques, à Moorea		Services associés	Poste 2.1	Stockage additionnel des fournitures pour un système radar (poste 1.1 ou 1.2) en usine pendant un mois	Poste 2.2	Formation de base sur site	Poste 2.3	Fourniture de pièces détachées et licences	Poste 2.4	Habillage du système radar de Moorea pour améliorer son intégration paysagère	Poste 2.5	Formation de base à distance		Postes maintenance	Poste 3.1	Extension de la garantie initiale de 3 ans supplémentaires (soit 5 ans en tout) à Mayotte	Poste 3.2	Forfait de maintenance pour une année pour un radar situé à Mayotte	Poste 3.3	Extension de la garantie initiale de 3 ans suplémentaires (soit 5 ans en tout) à Moorea	Poste 3.4	Forfait de maintenance pour une année pour un radar situé à Moorea	
	Poste fourniture système radar																														
Poste 1.1	Fourniture, installation et mise en service d'un système radar contenant un radar à émetteur à état solide en bande C, un radôme, sa tour et ses abris techniques, à Mayotte																														
Poste 1.2	Fourniture, installation et mise en service d'un système radar contenant un radar à émetteur à état solide en bande C, un radôme, sa tour et ses abris techniques, à Moorea																														
	Services associés																														
Poste 2.1	Stockage additionnel des fournitures pour un système radar (poste 1.1 ou 1.2) en usine pendant un mois																														
Poste 2.2	Formation de base sur site																														
Poste 2.3	Fourniture de pièces détachées et licences																														
Poste 2.4	Habillage du système radar de Moorea pour améliorer son intégration paysagère																														
Poste 2.5	Formation de base à distance																														
	Postes maintenance																														
Poste 3.1	Extension de la garantie initiale de 3 ans supplémentaires (soit 5 ans en tout) à Mayotte																														
Poste 3.2	Forfait de maintenance pour une année pour un radar situé à Mayotte																														
Poste 3.3	Extension de la garantie initiale de 3 ans suplémentaires (soit 5 ans en tout) à Moorea																														
Poste 3.4	Forfait de maintenance pour une année pour un radar situé à Moorea																														

		coûts), voire de choix technique • dans la hauteur totale de tour à installer : dans le cas de Moorea, une tour de 25m est demandée, tandis que pour Mayotte, du fait d'une contrainte d'altitude à respecter, la hauteur totale de l'infrastructure radar (tour + radar + radôme) ne devra pas dépasser 230m NGM, ce qui induit une hauteur de la tour plus faible que 25m.	
--	--	--	--

2.1.2		Étendue de la fourniture pour le poste radar, radôme et locaux techniques (poste 1.1 et 1.2)																											
2.1.2.1	IMP	Poste 1.1 ou 1.2 Étendue de la fourniture d'un système radar à Mayotte ou à Moorea. Ce poste comprend : <table><tr><td>a</td><td>Radar en bande C à émetteur à état solide entièrement fonctionnel : - antenne et piédestal - émetteur à état solide - récepteur - unité de commande d'antenne - processeur de signal ou équivalent - BITE (« built in test equipment ») ou équivalent - circuit guide d'ondes et câbles d'interconnexion - ordinateur sur site exécutant les logiciels du fournisseur </td></tr><tr><td>b</td><td>Logiciels du fournisseur : - 4 licences du logiciel de contrôle et de supervision (3 pour le poste 1.1, 1 pour le poste 1.2) - 3 licences du logiciel de pilotage automatique du radar et de production des moments polaires du fournisseur (2 pour le poste 1.1, 1 pour le poste 1.2) </td></tr><tr><td>c</td><td>Livraison sur le site d'installation en outre-mer</td></tr><tr><td>d</td><td>Installation, mise en service sur site, configuration des produits</td></tr><tr><td>e</td><td>Garantie initiale de 2 ans après réception définitive</td></tr><tr><td>f</td><td>Documentation technique</td></tr><tr><td>g</td><td>Ensemble de pièces détachées de premier niveau</td></tr><tr><td>h</td><td>Jeu d'outils</td></tr><tr><td>i</td><td>Appareils de mesure indépendants</td></tr><tr><td>j</td><td>Formation de base sur site</td></tr><tr><td>k</td><td>Radôme pour protection du radar en bande C à double polarisation : -fourniture -livraison sur le site d'installation en outre-mer -installation -documentation </td></tr><tr><td>l</td><td>Abris techniques : -fourniture -livraison sur le site d'installation en outre-mer -installation -documentation </td></tr><tr><td>m</td><td>Tour radar de hauteur adaptée : -fourniture </td></tr></table>	a	Radar en bande C à émetteur à état solide entièrement fonctionnel : - antenne et piédestal - émetteur à état solide - récepteur - unité de commande d'antenne - processeur de signal ou équivalent - BITE (« built in test equipment ») ou équivalent - circuit guide d'ondes et câbles d'interconnexion - ordinateur sur site exécutant les logiciels du fournisseur	b	Logiciels du fournisseur : - 4 licences du logiciel de contrôle et de supervision (3 pour le poste 1.1, 1 pour le poste 1.2) - 3 licences du logiciel de pilotage automatique du radar et de production des moments polaires du fournisseur (2 pour le poste 1.1, 1 pour le poste 1.2)	c	Livraison sur le site d'installation en outre-mer	d	Installation, mise en service sur site, configuration des produits	e	Garantie initiale de 2 ans après réception définitive	f	Documentation technique	g	Ensemble de pièces détachées de premier niveau	h	Jeu d'outils	i	Appareils de mesure indépendants	j	Formation de base sur site	k	Radôme pour protection du radar en bande C à double polarisation : -fourniture -livraison sur le site d'installation en outre-mer -installation -documentation	l	Abris techniques : -fourniture -livraison sur le site d'installation en outre-mer -installation -documentation	m	Tour radar de hauteur adaptée : -fourniture	
a	Radar en bande C à émetteur à état solide entièrement fonctionnel : - antenne et piédestal - émetteur à état solide - récepteur - unité de commande d'antenne - processeur de signal ou équivalent - BITE (« built in test equipment ») ou équivalent - circuit guide d'ondes et câbles d'interconnexion - ordinateur sur site exécutant les logiciels du fournisseur																												
b	Logiciels du fournisseur : - 4 licences du logiciel de contrôle et de supervision (3 pour le poste 1.1, 1 pour le poste 1.2) - 3 licences du logiciel de pilotage automatique du radar et de production des moments polaires du fournisseur (2 pour le poste 1.1, 1 pour le poste 1.2)																												
c	Livraison sur le site d'installation en outre-mer																												
d	Installation, mise en service sur site, configuration des produits																												
e	Garantie initiale de 2 ans après réception définitive																												
f	Documentation technique																												
g	Ensemble de pièces détachées de premier niveau																												
h	Jeu d'outils																												
i	Appareils de mesure indépendants																												
j	Formation de base sur site																												
k	Radôme pour protection du radar en bande C à double polarisation : -fourniture -livraison sur le site d'installation en outre-mer -installation -documentation																												
l	Abris techniques : -fourniture -livraison sur le site d'installation en outre-mer -installation -documentation																												
m	Tour radar de hauteur adaptée : -fourniture																												

		- livraison sur le site d'installation en outre-mer - installation - documentation	
--	--	--	--

3. Sites radar et livraison

3.1.1		Informations générales sur les sites radar des postes 1.1 et 1.2 : Les sites d'installation des radars sont situés en outre-mer, à Mayotte et à Moorea. Il s'agit de nouveaux sites radar, ne disposant d'aucune infrastructure Météo-France existante à proximité. Leur emplacement est donné ici à titre non-contractuel. <table><tr><th>Site</th><th>Latitude</th><th>Longitude</th><th>Altitude de l'aérien</th><th>Ville et code postal</th><th>Type</th><th>Accessibilité</th></tr><tr><td>Mayotte</td><td>-12,7917°</td><td>45,2887°</td><td>226 m</td><td>Pamandzi - Mayotte (97610)</td><td>nouveau site radar</td><td>Camion plateau</td></tr><tr><td>Moorea</td><td>-17,4941°</td><td>-149,7529°</td><td>30 m</td><td>Mooréa - Teavaro (98704)</td><td>nouveau site radar</td><td>Camion plateau</td></tr></table>	Site	Latitude	Longitude	Altitude de l'aérien	Ville et code postal	Type	Accessibilité	Mayotte	-12,7917°	45,2887°	226 m	Pamandzi - Mayotte (97610)	nouveau site radar	Camion plateau	Moorea	-17,4941°	-149,7529°	30 m	Mooréa - Teavaro (98704)	nouveau site radar	Camion plateau	
Site	Latitude	Longitude	Altitude de l'aérien	Ville et code postal	Type	Accessibilité																		
Mayotte	-12,7917°	45,2887°	226 m	Pamandzi - Mayotte (97610)	nouveau site radar	Camion plateau																		
Moorea	-17,4941°	-149,7529°	30 m	Mooréa - Teavaro (98704)	nouveau site radar	Camion plateau																		
3.1.1.2	IMP	Livraison sur site L'emplacement final de la livraison se trouve sur le site du radar. Le Fournisseur se charge du transport avec un camion adapté à la route ou au chemin d'accès. La liste des sites indique les conditions d'accessibilité telles que connues par Météo-France.																						

4. Spécifications générales

4.1. Conditions d'environnement

4.1.1		Situation générale des sites de Mayotte et Moorea Mayotte est un archipel situé dans l'océan Indien entre Madagascar et le Mozambique, en zone inter-tropicale. Mayotte est concerné par un cyclone tous les cinq (5) ans en moyenne. Le site du radar de Mayotte est un point haut situé sur l'île de Petite Terre, La Vigie. L'environnement du système radar de Mayotte est donc un environnement tropical et salin. Moorea est une des îles du vent de Polynésie française, situé 16 km au Nord-Ouest de Tahiti, en zone inter-tropicale, au milieu de l'océan Pacifique. La Polynésie est touchée par un cyclone environ tous les quatre (4) ans. Le site du radar de Moorea est situé à proximité immédiate de la mer (# 20 m du trait de côte), à l'extrémité est de l'île de Moorea. L'environnement du système radar de Moorea est donc un environnement tropical et salin.	
4.1.1.1	IMP	Environnement opérationnel Le système radar complet comprenant le radar, son radôme, sa tour, ses abris techniques et l'ensemble de leurs sous-composants est prévu pour une installation à poste fixe, soumis aux intempéries sur ses composants externes ; Les conditions climatiques sont les suivantes : Tair dans la plage [10°C ; 50°C] Hu dans la plage [15% ; 100%] * Précipitations inférieures à 360mm/h Pression dans la plage [850-1060hPa] Rayonnement solaire maximal de 1120W/m2 Vent instantané maximal de 288km/h Mayotte et Moorea sont en zone de sismicité 3 (risque modéré), avec présence de micro-séismes pour Mayotte Nota : La condensation est possible dans l'espace sous radôme et dans les abris techniques en l'absence de ventilation, déshumidification ou climatisation du fait des conditions d'environnement de Mayotte et Moorea.	
4.1.1.2	IMP	Composants tropicalisés L'offre indique les éléments de la fourniture qui sont tropicalisés, ainsi que les moyens ou traitements mis en œuvre sur ces éléments pour les tropicaliser.	Éléments de la fourniture tropicalisés :

4.2. Protection foudre

4.2.1		Protection foudre Mayotte a un niveau kéraunique de 40 jours par ans ; Moorea de 35 jours par ans.	
4.2.1.1	IMP	Principes généraux Le système radar complet (radar, radôme, tour et abris techniques) est protégé contre les effets directs et indirects de la foudre. Un document à produire dans l'offre décrit les principes généraux de protection foudre mis en place pour protéger le système radar	Document descriptif des principes généraux de protection foudre du système radar
4.2.1.2		Mise à la terre Les équipements métalliques constitutifs de la fourniture sont reliés à la terre suivant les préconisations du fournisseur et inscrites dans un paragraphe spécifique du document de spécifications d'interfaces demandé (cf exigence 5.11.1.5).	
4.2.1.3		Descente de foudre Les fondations préparées par Météo-France pour accueillir le radar contiennent les descentes de foudre telles que définies par le fournisseur dans un paragraphe spécifique du document de spécifications d'interfaces demandé (cf exigence 5.11.1.5). La matière, forme et le type d'interconnexion nécessaires sont notamment clairement décrits dans ce document.	
4.2.1.4		Protection aux remontées de foudre en provenance des interfaces Les remontées de foudre en provenance de l'énergie secteur sont sécurisées par Météo-France par la mise en place d'un coffret parafoudre type 1+2 (schéma de principe disponible en Annexe A) Météo-France ne met pas en place de protection aux remontées de foudre en provenance des télécoms (télécoms nominal prévue par fibre optique, télécoms secours en 4G sont prévus à ce jour).	
4.2.1.5		Protection aux interfaces Indépendamment des moyens mis en place en 4.2.1.4 les protections foudre nécessaires aux interfaces avec le système radar et non comprises dans le système radar complet (en amont des arrivées électriques et télécoms par exemple) sont clairement décrites et spécifiées. Elles font l'objet d'un paragraphe spécifique dans le document de spécifications d'interfaces demandé (cf exigence 5.11.1.5).	

4.3. Balisage aérien

4.3.1		Balisage aérien	
4.3.1.1	IMP	Principes généraux Le système radar est situé à proximité immédiate d'un aéroport pour les deux sites de Moorea et Mayotte.	

		A ce titre, le système radar est frappé de servitude et est doté de balisages aériens nocturnes et diurnes conformes à l' arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.	
4.3.1.2	IMP	Balisage diurne à Moorea : Le balisage diurne consiste en la mise en place d'un feu de moyenne intensité de type A installé au sommet du système radar. Le balisage diurne par marquage (peinture) de la tour, en contraste avec l'environnement est proscrit car l'effet inverse est recherché.	

4.4. Normes applicables

4.4.1		Normes applicables	
4.4.1.1	IMP	Normes générales Le système radar complet est exploité en France, qui est membre de l'Union européenne, et en Polynésie Française. Le système est conforme à toutes les réglementations françaises et européennes applicables. En particulier, le système est marqué CE, ce qui implique de se conformer au moins à : - Directive sur les machines (MD) 2006/42/CE - Directive sur la basse tension (LVD) 2014/35/EU - Directive 2014/30/EU sur la compatibilité électromagnétique (CEM) - Directive sur les équipements radio (RED) 2014/53/CE D'autres normes et réglementations à respecter, liées aux émissions indésirables, sont également énumérées dans l'exigence 5.5.1.10.	

4.5. Cycle de vie

4.5.1		Cycle de vie	
4.5.1.1	IMP	Durée de vie du système radar La durée de vie minimale du système radar complet est de 20 ans à compter de son acceptation définitive.	
4.5.1.2	IMP	Pièces de rechange Les pièces de rechange du système radar complet, nécessaires à sa maintenance, sont disponibles pendant 10 ans à compter de son acceptation définitive.	

4.5.1.3	IMP	Durée de vie de la tour La tour du système radar a une durée de vie de 30 ans à compter de son acceptation définitive. L'offre fourni les préconisations de maintenance permettant d'atteindre cet objectif. La prise en compte des contraintes d'environnement est intégrée.	
---------	------------	--	--

4.6. Phénomènes météorologiques à détecter

4.6.1		Phénomènes météorologiques à détecter	
4.6.1.1	IMP	Sensibilité : L'offre fournie la (ou les) courbe (s) de sensibilité. Pour chaque courbe de sensibilité, l'offre indique la durée de l'impulsion utilisée, le nombre d'échantillon (le nombre de tir utilisé).	La meilleure sensibilité du radar à 300 km : dBZ avec d'une impulsion de µs et un nombre d'échantillon de :
4.6.1.2		Détection des précipitations Le système radar est capable de détecter et mesurer toutes les précipitations significatives, au moins 7 dBZ, jusqu'à une portée maximale de 300 km.	Détection de précipitation (>7dBZ) à 300km : Oui/non
4.6.1.3	IMP	Doppler Le système radar est capable de traiter des vitesses de vent radial comprises entre – 40 et +40m/s, sans ambiguïté, jusqu'à une portée de 120 km. Si non, l'offre précise la meilleure vitesse sans ambiguïté à 120 km.	La vitesse sans ambiguïté maximale à 120 km est de +- m/s avec d'une impulsion de µs et avec de(s) PRF(s) de Hz
4.6.1.4	IMP	Détection à faible portée Dans un rayon de 30km autour du radar, le système est toujours capable de mesure les précipitations d'au moins 7 dBZ, avec une vitesse sans ambiguïté entre -40 et + 40 m/s, sans zone aveugle. La démonstration de cette exigence est demandée et illustrée avec une étude de cas météorologique..	Dans la rayon de km autour du radar, une impulsion de µs et avec de(s) PRF(s) de Hz sera appliquée.
4.6.1.5		Échos de sol La réduction des échos de sol devra être d'au moins 35dB ; la méthode employée est développée et justifiée	La réduction des échos parasites est de dB

4.7. Fonctionnement et ressources humaines

4.7.1		Conditions de fonctionnement normal du système Dans des conditions normales, le système fonctionne en continu 7J/7 et 24h/24, suivant un cadencement de réalisation de produits établi.	
4.7.1.1		Armement en ressources humaines à Mayotte L'équipe Météo-France située à Mayotte est constituée de 6 agents, un chef de centre, 4 prévisionnistes et un agent à mi-temps en charge de la maintenance. La surveillance de bon fonctionnement du radar du point de vue utilisateurs est effectuée en horaire de bureau par les prévisionnistes de Mayotte. La surveillance de bon fonctionnement réseau est effectuée H24/7J. Il n'y a pas de support Météo-France à la maintenance du système radar à Mayotte. Le centre de Mayotte pourra être point de contact local du fournisseur dans des actions d'accompagnement sur site.	
4.7.1.2		Armement en ressources humaines en Polynésie L'équipe Météo-France située en Polynésie est constituée d'environ 80 personnes, dont une équipe de 7 personnes dédiées à la maintenance des équipements d'observation, qui est en mesure d'effectuer une partie des actions de maintenance de niveau 1 ou 2 dans la limite de 1 journée d'intervention par mois pour 2 agents (obligations de moyen humain, pas de résultats et descriptif des niveaux de maintenance en Annexe F). La surveillance de bon fonctionnement du radar du point de vue utilisateurs est effectuée H24/7J par l'équipe de prévisionnistes de Polynésie. La surveillance de bon fonctionnement réseau est effectuée H24/7J.	

4.8. Produits

4.8.1.1	Données de base produites Les paramètres suivants devront pouvoir être visualisés et/ou les données afférentes pouvoir être exploitées informatiquement : - Moments et variables dual-pol disponibles - I et Q (possibilité de les récupérer en temps différé) Le logiciel produit les moments/variables dual-pol suivants, en PPI, à partir des données I/Q : - réflectivité horizontale brute TH - coefficient de corrélation brut (URHOHV) - déphasage différentiel (UPHIDP) - réflectivité différentielle (UZDR) - vitesse Doppler après correction de repliement (VRADH) - largeur spectrale (WRADH) - écart-type de réflectivité (VARDBZH), paramètre recommandé mais non obligatoire, dont la définition est fournie en annexe B -SNR (recommandé) Le choix des variables, leur offset et leur pas de codage dans le HDF5-odim sont configurables par l'utilisateur. La dimension des données en polaire (e.g. 360 radiales x 1000 portes x 250m ou 720 radiales x 1000 portes x 250 m) est configurable par les utilisateurs. Les métadonnées (how, where et what) sont incluses dans les attributs des fichiers ODIM-HDF5 en accord avec la norme odim (≥ 2.4)	Échantillons des données de I et Q d'un tour d'antenne avec un décodeur approprié. Échantillons des données des 30 tours d'antennes dans des fichiers HDF5-ODIM. Chaque fichier HDF5-ODIM contient des données d'un tour d'antenne (voir la section 5.7.1.9 - 5.7.1.11 pour plus de détails). Hormis VARDBZH dont la formule sera fournie par MF, les traitements et calculs appliqués aux autres variables demandées sont décrits par le fournisseur.
4.8.1.2	Produits de base disponibles en local Des produits de base seront transmis aux sites radars locaux (Centre Météo de Mayotte pour le radar de Mayotte, Direction inter-régionale de Tahiti pour la Polynésie), Ils sont composés de produits cartésiens de lame d'eau non-calibrée, réflectivité. Ils sont produits par le système radar en local pour une exploitation en local par les prévisionnistes, afin de couvrir le cas redouté d'un souci télécoms majeur impactant la zone outre-mer.	
4.8.1.3	Produit radar individuel pour le système de traitement Météo-France Le produit radar individuel est destiné à alimenter le concentrateur de Météo-France, situé à Toulouse (cf section 5.10.4).	

4.9. Télécommunications

4.9.1.		Principes généraux : Météo-France met à disposition du fournisseur le flux télécoms nominal et secours nécessaire au fonctionnement du système radar. Classiquement Météo-France bénéficie à ce jour de liaison 1Mb/s pour le lien nominal de chaque radar de son réseau (l'opérateur Météo-France propose 2Mb/s en offre standard pour le site de Mayotte), et de l'ordre de 1,2Mb/s pour le lien secours. Une baie télécoms Météo-France 12U est mis en place dans l'abri technique Météo-France, avec 2 ports disponibles pour le fournisseur.	
4.9.1.1	IMP	Délais de mise à disposition pour les produits Les produits radar définis par Météo-France sont disponibles sur le système raccordé au switch Météo-France situé sur le site radar 15 secondes après la fin du dernier balayage pour chaque produit ; Nota : Pour information, les produits doivent être disponibles sur les serveurs Météo-France à Toulouse 45 secondes après la fin du dernier balayage pour chaque produit.	
4.9.1.2	IMP	Modalités de mise à disposition Les produits radar sont mis à disposition sur le système de diffusion Météo-France en FTP mode PUT.	
4.9.1.3		Secours L'opérateur télécoms mandaté par Météo-France met en place un secours à chaud qui permet de basculer sur le flux secours lorsque le flux nominal dysfonctionne et revenir en arrière au rétablissement de la liaison nominale. Cela est transparent pour le système radar, qui adresse toujours les produits à transférer sur le même port.	
4.9.1.4		Débits L'offre indique les débits nominaux et secours préconisés pour les produits générés par le système radar.	

4.10. Alimentation électrique

4.10.1.		Principes généraux : Météo-France met à disposition du fournisseur une alimentation électrique nominale. Le courant disponible à Mayotte est le courant monophasé 220V 50Hz ou tri-phasé 400V 50Hz Le courant disponible à Moorea est le courant monophasé 220V 60Hz ou tri-phasé 380V 60Hz. L'alimentation électrique mise à disposition pour le système radar est dotée : - d'une protection par parafoudre type 1+2 pour éviter les remontées de courant de foudre ; - d'un régime de neutre TNS garanti par un transformateur d'isolement situé après le coffret parafoudre Ces équipements sont mis en place dans le local technique Météo-France implanté sur le site radar, à l'intérieur de l'enceinte grillagée (emplacement précis à convenir avec le fournisseur). L' Annexe A présente le schéma d'implantation des équipements mis en place.	
4.10.1.1	IMP	Puissance du compteur électrique La puissance électrique nécessaire au fonctionnement nominal du système radar est indiquée dans l'offre	Puissance électrique nécessaire au fonctionnement du système radar : kVa
4.10.1.2	IMP	Alimentation électrique secours L'offre met en place une alimentation électrique secours adaptée au système radar. Cette alimentation permet au système radar de continuer de fonctionner de manière nominale pendant 168h (7 jours pleins).	
4.10.1.3	IMP	Alimentation électrique secours L'alimentation électrique secours, si elle utilise un groupe électrogène, a sa cuve non enterrée et est conforme aux critères européens (double peau et bac de rétention à minima).	
4.10.1.4		Alimentation électrique secours Météo-France indique que la mise en place d'un système panneau solaires + batteries pour l'alimentation électrique secours n'est pas adaptée selon son analyse au contexte Mayotte et Moorea : 1/ L'insécurité, le risque de vol et de vandalisme sont très importants à Mayotte, 2/ La disponibilité des pièces de rechanges pour un secours électrique en panneaux solaires sur le système radar Météo installé sur l'archipel de Mayotte n'est pas garantie. 3/ Le couvert végétal est important à Moorea, avec une obligation de ne pas supprimer les espèces végétales qui peuvent être conservées.	

4.10.1.5		Alimentation électrique sans coupures L'offre indique si le système radar est doté d'un système offrant une alimentation sans micro-coupure (type énergie ondulée, permettant d'éviter la dégradation du matériel électronique en cas de micro-coupure).	Présence d'une alimentation sans coupure : oui / non
4.10.1.6	IMP	Distribution électrique au bénéfice de Météo-France Le système radar intègre : un départ Normal-Secours depuis son tableau électrique général vers l'abri technique Météo-France pour alimenter électriquement la climatisation de cet abri (puissance du disjoncteur : 16A) un départ depuis l'alimentation électrique sans coupures, si mis en place (cf 4.10.1.5), vers l'abri Météo-France pour alimenter électriquement le switch Météo-France (puissance du disjoncteur : 16A), à défaut il s'agit d'un départ Normal-Secours supplémentaire (cf schéma en Annexe A).	

4.11. Sécurité

4.11.1		Principes généraux : Le système radar fourni par l'offre est mis en place sur un site sécurisé physiquement par la mise en place de clôtures de protection de 2m de hauteur et doté d'un portail d'accès. L'accès au site clôturé et au système radar est réservé aux seuls personnels autorisés.	
4.11.1.1	IMP	Affichage Le système radar est mis en place avec les affichages d'avertissement de sécurité conformes à la norme française, les messages sont en français. Notamment tous les équipements comportant un circuit avec tension dangereuse appartenant à la classe HTA ou HTB telle qu'elle est définie par le décret n°88-1056 du 14/11/1988 en son article 3, section I, sont identifiés par les étiquettes réglementaires prévues par l'article 6 dudit décret.	
4.11.1.2	IMP	Arrêt d'urgence Le système radar est équipé d'un ou plusieurs mécanismes d'arrêt d'urgence, permettant la mise à l'arrêt du système radar, notamment l'émission et la rotation de l'antenne, à des fins de protection des personnels intervenant sur le radar.	
4.11.1.3	IMP	Sécurité Incendie : Le système radar dispose d'un système de détection incendie avec remontée d'alarme incendie. Le système mis en place est conforme aux normes en vigueur.	
4.11.1.4		Système anti-intrusion : Le système radar dispose d'un système anti-intrusion avec alarme sonore. L'offre décrit le nombre et le type de capteurs et détecteurs mis en place.	

4.11.1.5	Système de vidéo-surveillance : Le système radar dispose d'un système de vidéo-surveillance avec enregistrement en local permettant en cas de besoin au fournisseur ou à Météo-France d'accéder aux données de vidéo-surveillance avec une rétention de 10 jours. Aucune caméra n'est placée en extérieur ou ne filme l'environnement extérieur (pour faciliter la conformité à la loi française).	
----------	---	--

5. Spécifications du système radar

5.1. Considérations générales

5.1.1		Architecture générale	
5.1.1.1	IMP	Configuration générale du radar Le système est un radar à double polarisation, qui répartit de manière égale le signal en sortie de l'émetteur sur les deux voies de polarisation. Il fonctionne en mode d'émission et de réception simultanées (STAR), où une onde linéaire à polarisation horizontale et une onde linéaire à polarisation verticale sont émises simultanément, et où chaque onde est reçue par la chaîne de réception respective.	
5.1.1.2	IMP	Configuration générale des composants La solution du système radar proposée par l'industriel est la solution standard à son catalogue pour un radar bande C double polarisation à émetteur à état solide.	

5.2. Le radôme

5.2.1		Considérations générales	
5.2.1.1	IMP	Présentation générale du radôme L'offre comporte un document contenant les plans et caractéristiques géométriques du radôme installé pour protéger l'aérien du radar : diamètre à l'équateur, diamètre à la base, hauteur à l'équateur, forme géométrique, nombre de panneaux le constituant, structure en coupe du radôme, matériaux qui le constituent.	
5.2.1.2		Couleur La couleur extérieure du radôme installé à Mayotte est blanche. La couleur extérieure du radôme installé à Moorea est telle que l'insertion paysagère du système radar est optimisée.	
5.2.1.3	IMP	Habillage du radôme de Moorea L'offre propose au titre du poste 3.4 l'habillage du radôme de Moorea permettant la meilleure insertion paysagère possible du système radar.	
5.2.1.4		Peinture du radôme L'offre indique si le radôme peut être repeint par Météo-France, et sous quelles conditions.	Peinture du radôme possible par Météo-France : <u>oui / non</u> Conditions de mise en peinture : ☐
5.2.2		Interfaces du radôme	
5.2.2.1		Fixation : Le mode de fixation du radôme sur la tour est décrit	

5.2.2.2		Marges en distance avec les éléments en rotation : Les distances du radôme aux éléments du système radar en rotation dans l'espace sous-radôme (antenne et source notamment) sont fournies et consignées dans un schéma à produire, qui permet à Météo-France d'évaluer les marges avec l'antenne et ses équipements dans les cas de déformations du radôme.	
5.2.2.3	IMP	Étanchéité : Le radôme est parfaitement étanche ; une attention particulière est portée sur l'étanchéité à l'interface entre le radôme et l'acrotère	
5.2.2.4	IMP	Hydrophobicité : L'état de la surface extérieure du radôme est hydrophobe et minimise l'accrochage de tout hydrométéore ou mousse pouvant perturber la mesure radar	
5.2.2.5		Ouïes de ventilation : L'offre indique si le radôme est équipé d'ouïes de ventilation. Météo-France signale qu'en raison de l'environnement tropical, il est vivement conseillé de protéger toutes les entrées naturelles avec un grillage de protection dont la maille est adaptée (insectes, nuisibles).	
5.2.3		Performances radio-électriques du radôme	
5.2.3.1	IMP	Atténuation du signal : Le radôme ne doit pas apporter une atténuation supérieure à 0.5 dB sur le trajet aller-retour de l'onde hyperfréquence dans tous les azimuts et pour tous les angles de site entre -2° et 90° , et ceci dans la gamme 5 365 MHz à 5 470 MHz pour les conditions climatiques énoncées au 4.1.1.1	Spécification satisfaite : oui / non
5.2.3.2		Anisotropie sur la réflectivité différentielle : Contrainte n°1 : Dans la gamme de fréquences 5 365 MHz à 5 470 MHz, pour les conditions climatiques énoncées au 4.1.1.1., l'atténuation due au radôme ne doit pas varier de plus de 0,05dB lorsque l'azimut ou le site varient, ce pour tous les azimuts et tous les sites entre -2° et 90° . Contrainte n°2 : L'atténuation différentielle entre la voie H et la voie V due au radôme ne doit pas dépasser 0.1 dB en valeur absolue, c'est une contrainte "absolue" sur l'atténuation Pour exemple, un radôme qui a une atténuation sur la voie H de 0.3 dB, et une atténuation sur la voie V de 0.1 dB dans toutes les directions (azimut $0^\circ \rightarrow 360^\circ$ et sites de -2° à 90°) : -est conforme à la contrainte n°1 parce qu'il introduit une anisotropie de 0 dB sur toutes les directions, -n'est pas conforme à la contrainte n°2 parce qu'il introduit une atténuation différentielle de 0.2 dB, supérieure à 0.1 dB	Spécifications satisfaites : oui / non Atténuation maximale sur la contrainte n°1 : dB Atténuation maximale sur la contrainte n°2 : dB

5.2.3.3	IMP	Anisotropie sur la phase différentielle : Dans la gamme de fréquences 5 365 MHz à 5 470 MHz, le radôme ne doit pas introduire d'anisotropie supérieure à 0,5 degré sur la phase différentielle (Φ_{DP}) entre les voies horizontale et verticale du radar à double-polarisation, dans tous les azimuts et pour des angles de site entre -2° et 90° pour les conditions climatiques énoncées au 4.1.1.1.	Exigence satisfaite : oui/non
5.2.3.4		Atténuations des lobes secondaires dues au radôme : Dans la gamme de fréquences 5 365 MHz à 5 470 MHz, le radôme ne doit pas augmenter l'intensité des lobes secondaires sur un trajet retour : - de plus de 0,5 dB pour le premier lobe secondaire, - de plus de 10 dB pour les 10 lobes secondaires suivants.	Spécification satisfaite : oui/non
5.2.4		Entretien du radôme	
5.2.4.1	IMP	Accès au radôme : L'accès au radôme pour sa maintenance (entretien, nettoyage) est possible sans nacelle (moyens d'accès nacelle non disponibles à Mayotte).	Spécification satisfaite : oui/non
5.2.4.2		Documentation : L'offre fournit la documentation d'entretien du radôme, notamment la fréquence de nettoyage du radôme.	

5.3. Piédestal du radar

5.3.1		Modalités d'exploitation de l'antenne	
5.3.1.1	IMP	Plage de rotation AZ La plage de rotation en azimut est de 0 à 360° (rotation complète).	
5.3.1.2	IMP	Vitesse de rotation AZ : plage impérative La vitesse de rotation en azimut est réglable en continu de 0 à $20^\circ/\text{sec}$, dans le sens horaire et anti-horaire.	
5.3.1.3		Vitesse de rotation AZ : plage souhaitable La vitesse de rotation en azimut est réglable en continu de 0 à $36^\circ/\text{sec}$, dans le sens horaire et anti-horaire.	Vitesse continue maximale en azimut : °/sec
5.3.1.4	IMP	Vitesse de rotation AZ : précision La consigne de la vitesse de rotation en azimut est vérifiée avec une précision meilleure que $\pm 0,5^\circ/\text{sec}$.	
5.3.1.5	IMP	Accélération en rotation AZ La durée d'arrêt complet depuis la vitesse azimutale maximale est inférieure à 5 secondes.	

5.3.1.6	IMP	Plage de rotation EL La plage de rotation en élévation est de -2 à 90°, par rapport à l'horizontale. La valeur de 90° est strictement atteinte.	
5.3.1.7	IMP	Vitesse de rotation EL La vitesse de rotation en élévation est réglable en continu de 0 à 20°/sec, vers le haut et vers le bas.	
5.3.1.8	IMP	Vitesse de rotation EL : précision La consigne de la vitesse de rotation en élévation est vérifiée avec une précision meilleure que $\pm 0,5^\circ/\text{sec}$.	
5.3.1.9	IMP	Accélération en rotation EL La durée totale pour aller de 0 à 90°, puis revenir à 0°, est inférieure à 20 secondes.	
5.3.1.10	IMP	Précision du pointage de l'antenne La précision du pointage de l'antenne est meilleure que $0,1^\circ$ en azimut et en élévation.	Précision du pointage de l'antenne :
5.3.1.11	IMP	Rapport d'essai de la précision du pointage de l'antenne L'offre comprend un rapport d'essai sur la précision du pointage d'antenne. Le rapport d'essai décrit clairement les conditions de l'essai, en particulier les composants testés. Il est préférable d'effectuer un essai avec tous les composants mécaniques impliqués dans la transmission du mouvement, afin de refléter les jeux ou déformations mécaniques réels : moteur, réducteur, réflecteur.	L'offre fournit un rapport d'essai de précision du pointage d'antenne.
5.3.1.12		Résolution des capteurs de pointage de l'antenne La résolution (et non la précision) des capteurs de pointage angulaire en azimut et en élévation est meilleure que $0,022^\circ$.	Résolution des capteurs de pointage d'antenne :
5.3.2		Radiofréquence : Les radars de Mayotte et Moorea, sont prévus de fonctionner en bande de fréquence basse (5365-5470MHz) La fréquence de fonctionnement exacte pour chaque radar est spécifiée à la commande de chaque radar : cette fréquence précise est allouée à l'issue d'une instruction fréquence.	
5.3.2.1	IMP	Mode de polarisation L'antenne est de type double polarisation, avec une onde horizontale linéaire H, et une onde verticale linéaire V	
5.3.2.2		Gain de l'antenne Le gain de l'antenne pour le signal en H est supérieur ou égal à 45 dBi Le gain de l'antenne pour le signal en V est supérieur ou égal à 45 dBi	Gain de l'antenne en voie H: dBi Gain de l'antenne en voie V: dBi
5.3.2.3	IMP	Largeur de faisceau d'antenne La largeur de faisceau d'antenne à 3 dB est inférieure à 1° pour les voies H et V.	Largeur du faisceau d'antenne à 3 dB pour la voie H: Largeur du faisceau d'antenne à 3 dB pour la voie V:

5.3.2.4		Bande de fréquence maximale pouvant être couverte L'offre indique la bande de fréquence maximale pouvant être couverte (en dehors de la bande 5365-5470MHz) sans modification du système radar	Bande de fréquence maximale pouvant être couverte en dehors de la plage de fréquence 5365-5470MHz : MHz
5.3.3		Exploitation	
5.3.3.1		Verrouillage EL En cas de panne de la chaîne de mouvement en élévation (moteur de site par exemple), l'antenne peut fonctionner à une élévation fixe, qui peut être réglée manuellement. <i>Nota : En cas de panne de la chaîne de mouvement élévation, Météo-France peut choisir d'exploiter le radar à une élévation basse fixe, jusqu'à la réparation.</i>	Spécification satisfaite : Si oui, précisez comment cela est réalisé : y a-t-il un frein mécanique ? L'antenne est-elle auto-stable (pas de mouvement en élévation, si aucune force n'est exercée par le moteur EL) ?
5.3.3.2		Déplacement manuel de l'antenne Pour des raisons d'accessibilité à l'espace sous radôme en cas de panne du radar, il est possible de déplacer l'antenne depuis l'espace sous radôme, lorsque le radar n'est pas utilisé.	Spécification satisfaite : Si oui, précisez comment cela est réalisé : est-il possible de déplacer l'antenne à la main ? Y a-t-il un contrôleur d'antenne local disponible sur le piédestal ?
5.3.3.3		Maintenance Les opérations de maintenance sur le piédestal sont réalisables sans retirer le radôme.	
5.3.4		Sécurité	
5.3.4.1	IMP	Bouton d'arrêt d'urgence Un bouton d'arrêt d'urgence, qui coupe l'entraînement de l'antenne et l'alimentation de l'émetteur, est disponible à proximité de l'antenne radar.	
5.3.4.2	IMP	Verrouillage de la trappe d'accès Un contact de sécurité, qui coupe l'entraînement de l'antenne et l'alimentation de l'émetteur, est en place au niveau de la trappe qui donne accès à l'espace sous-radôme. Ce contact de sécurité se déclenche en cas d'ouverture de la trappe.	

5.4. Baies et racks électriques

5.4.1		Configuration générale	
5.4.1.1	IMP	Nombre, poids et dimensions des baies et racks électriques L'offre indique le nombre, les dimensions et l'emplacement des baies électriques ou des racks installés (dans un abri technique du système radar, derrière l'antenne, ...), et nécessaires au bon fonctionnement du radar. Aucun équipement du système radar n'est mis en place dans le local technique Météo-France.	

5.4.1.2		Alimentation électrique : consommation moyenne La consommation électrique moyenne du système radar complet est spécifiée, pour une exploitation typique (vitesse d'antenne de 3 tr/min, rapport cyclique d'émission de 0,1 %).	Consommation électrique moyenne du système radar : kW
5.4.1.3		Alimentation électrique : puissance crête L'offre indique la puissance crête maximale requise par le système radar complet.	Puissance crête du radar : kVA
5.4.2		Maintenance et exploitation	
5.4.2.1		Interrupteur électrique commandable à distance L'offre indique si les baies ou racks électriques comprennent un interrupteur électrique commandable à distance, qui permet d'effectuer des redémarrages électriques à distance de l'ensemble du radar ou de certains de ses composants.	Interrupteur électrique commandable à distance : oui/non Dispositifs pouvant être mis sous/hors tension individuellement (radar complet uniquement, émetteur, processeur de signal, etc.) : Interfaces de commande disponibles (interface web, réseau cellulaire) :
5.4.3		Sécurité	
5.4.3.1		Bouton d'arrêt d'urgence général Un bouton d'arrêt d'urgence général est disponible. Il met hors tension l'ensemble du système radar : émetteur, moteurs, récepteur, processeur de signal, etc. Suivant le design du système radar, ce bouton d'arrêt d'urgence peut-être le bouton d'arrêt d'urgence spécifié en 4.11.1.2 et en 5.3.4.1	
5.4.3.2	IMP	Signalétique d'avertissement Conformément à la réglementation française et européenne, une signalétique d'avertissement est présente sur ou à l'intérieur des baies électriques pour identifier les risques : - circuits haute tension - exposition aux radiofréquences - etc.	

5.5. Émetteur

5.5.1		Spécifications générales de l'émetteur radar	
5.5.1.1	IMP	Type de transmetteur L'émetteur est de type amplificateur de puissance à état solide (solid-state power amplifier).	
5.5.1.2	IMP	Fournisseur des modules de puissance L'offre indique le nom du fournisseur, la référence et la fiche technique des modules de puissance.	fournisseur des modules de puissance : L'offre comprend la fiche technique des modules de puissance.

5.5.1.3	IMP	Puissance d'émission minimale La puissance d'émission minimale de 2 x 4kW est requise pour l'émetteur à état solide ; cette puissance est répartie de manière égale sur les voies H et V. La puissance d'émission maximale est indiquée.	Puissance maximale d'émission: kW
5.5.1.4		Modularité de la puissance des amplificateurs L'offre indique le nombre d'amplificateurs à état solide individuels mis en place . L'offre indique s'il est possible d'utiliser tous les amplificateurs individuels sur une seule des voies (H ou V), plutôt que de les répartir de manière égale sur les deux voies H/V.	Nombre d'amplificateurs individuels : Tous les amplificateurs sont-ils utilisables sur la seule voie H : oui/ non
5.5.1.5	IMP	Fréquence de fonctionnement : bande standard La fréquence de fonctionnement de l'émetteur est réglable dans les bandes [5365-5470MHz].	
5.5.1.6	IMP	Largeur d'impulsion à l'émission et schéma de l'impulsion <i>La largeur d'impulsion est définie comme la largeur à demi-puissance de l'impulsion d'émission.</i> Le schéma de l'impulsion doit être configurable par l'utilisateur. La longueur de chaque impulsion et sa fréquence de répétition sont individuellement configurables en respectant la limite du rapport cyclique maximum.	Fréquences minimale et maximale de répétition des impulsions pour une largeur d'impulsion de 2 µs : min Hz ; max Hz Fréquence maximale de répétition des impulsions pour une largeur d'impulsion de 50 µs : min Hz ; max Hz Fréquence maximale de répétition des impulsions pour une largeur d'impulsion de 100 µs : min Hz ; max Hz

5.5.1.7	IMP	Description du schéma de compression des impulsions L'offre décrit les schémas de compression des impulsions qui sont disponibles. La range weighting function (RWF) de chaque impulsion utilisant la compression d'impulsion doit être conforme au gabarit suivant : • largeur du lobe principal à – 6dB inférieure ou égale à 250 m • largeur du lobe principal à – 20dB inférieure ou égale à 500 m • niveau de lobe secondaire principal inférieur ou égal à -28dB • les lobes secondaires au-delà de $r > 500\text{m}$ doivent être inférieurs ou égaux à la droite $g(r)$: avec $g(r) = -28\text{dB} - 0,1*(r -500\text{m})$. L'offre décrit également la solution de mitigation pour la zone aveugle (<15km).	L'offre détaille le schéma de compression des impulsions qui est mis en œuvre. Les informations attendues sont : • type de modulation : non linéaire (si oui, quel type) • gain de compression : dB • durée des impulsions : μs • résolution en distance : m • niveau des lobes secondaires : dB • bande de fréquence occupée pour la modulation : MHz • Est-ce que cette bande de fréquence est configurable par utilisateur? Oui / Non
5.5.1.8	IMP	Rapport cyclique maximum L'offre décrit le rapport cyclique maximum	Rapport cyclique (duty cycle) maximum : %
5.5.1.9	IMP	Secteurs aveugles (sector blanking) Il est possible de définir un minimum de deux secteurs aveugles (sector blanking), c'est-à-dire des plages d'azimut et d'élévation sans émission.	
5.5.1.10	IMP	Émissions indésirables En ce qui concerne les émissions indésirables, le système est conforme aux normes : - Règlement des radiocommunications de l'UIT (2020) - ETSI EN 303 347-2 V1.1.0 (2019-04) - CEPT/ERC/Recommandation 74-01E	L'offre comprend un spectre fréquentiel d'émission représentatif d'une exploitation opérationnelle en mode short-pulse (#2 μs) et long-pulse (#100 μs) du radar EES. En plus de ce spectre, le fournisseur indique les largeurs de bande spectrale pour les atténuations discrètes suivantes : - à -3 dB : MHz - à -20 dB : MHz - à -40 dB : MHz - à -60 dB : MHz Largeurs d'impulsion correspondant aux valeurs spécifiées (2 et 100 μs souhaitables) : <i>Si les largeurs de bande ne sont disponibles que pour d'autres atténuations (-30 dB, -50 dB par exemple), l'offre indique les valeurs disponibles.</i>

5.5.1.11		Stabilité de la puissance tir à tir à l'émission La puissance émise doit être aussi stable que possible d'un tir au suivant quel que soit le schéma PRF utilisé. La définition de la variabilité de la puissance émise tir à tir, Δ, est la suivante : $\Delta = \text{mean}(\Delta_k)$ $\Delta_k = \text{std}(P) / \text{mean}(P)$, coefficient de variation sur 50 tirs successifs $\text{mean}(P)$ et $\text{std}(P)$ sont, respectivement, la moyenne et l'écart type de la puissance totale de l'impulsion longue émise en W ou en kW, calculés sur 50 tirs en staggered 2-PRF de rapport 4/3. $\text{mean}(\Delta_k)$ moyenne des valeurs du coefficient de variation sur une minute en émission continue.	Variabilité de la puissance émise tir à tir : $\Delta =$
----------	--	---	---

5.6. Le récepteur

Les spécifications de cette section sont vérifiées pour toute fréquence de fonctionnement dans la bande de fréquence de 5365 à 5470 Mhz, une largeur d'impulsion de 2 μ s et 100 μ s, et pour les voies H et V.

5.6.1		Spécifications générales	
5.6.1.1		Différence entre les voies H/V Le même signal, injecté à l'entrée du récepteur, sur les voies H et V, est mesuré avec une différence inférieure à 0,2 dB, après calibration du récepteur.	Différence entre les voies H et V, après calibration : dB
5.6.1.2		Facteur de bruit Le facteur de bruit total du récepteur est inférieur à 2 dB, sur chaque voie, H et V. La différence de facteur de bruit entre les voies H et V est inférieure à 0,2dB	Facteur de bruit en voie H : dB Facteur de bruit en voie V : dB
5.6.1.3	IMP	Signal minimal détectable (SMD) Le SMD est le niveau du vrai signal en dBm qui sort du bruit (SNR=0 dB ou signal/bruit=1) et qui peut être alors être repéré par un opérateur radar. L'offre doit indiquer le SMD pour les deux impulsions 2 et 100μs.	Puissance minimale détectable au-dessus du bruit. dBm pour une impulsion de 2 μs, PRF = Hz et une résolution de 250 m, pour la voie H dBm pour une impulsion de 100 μs, PRF = Hz et une résolution de 250 m, pour la voie H
5.6.1.4		Plage dynamique linéaire La plage dynamique linéaire du récepteur est supérieure à 105 dB.	Plage dynamique : dB
5.6.1.5		Taux de réjection de la fréquence image Le taux de réjection de la fréquence image est supérieur à 70 dB.	Taux de réjection de la fréquence image : dB
5.6.1.6		Distance d'échantillonnage La distance d'échantillonnage du signal reçu, à l'étage final du processeur de signal, est inférieure à 50 m.	Distance d'échantillonnage : m

5.6.1.7		Sélectivité en bande passante L'offre détaille la sélectivité en bande passante du récepteur.	Largeurs de bande spectrale pour les valeurs d'atténuation discrètes suivantes : à -3 dB : MHz à -6 dB : MHz à -20 dB : MHz à -60 dB : MHz Largeur d'impulsion correspondant aux valeurs spécifiées (2 µs souhaitable) : µs <i>Si les bandes passantes ne sont disponibles que pour d'autres atténuations (-30 dB, -50 dB par exemple), indiquez les valeurs disponibles.</i>
5.6.1.8	IMP	Mesure Doppler Le système permet d'effectuer une mesure Doppler, basée sur la différence de phase entre des impulsions consécutives.	
5.6.1.9	IMP	Niveaux de saturation et de détérioration : Le prestataire indique quel est le niveau de saturation et le niveau de détérioration du système radar.	Niveau de saturation du système radar : dBm Niveau de détérioration du système radar : dBm

5.7. Radiofréquence globale (Récepteur+Émetteur+radôme+antenne) et qualité des données

Les spécifications de cette section sont vérifiées pour toute fréquence de fonctionnement dans la bande de fréquence de 5365 à 5470 Mhz, **une largeur d'impulsion de 2 µs et 100 µs**, et pour les voies H et V.

5.7.1		Radiofréquence globale	
5.7.1.1	IMP	Tests de l'antenne L'offre précise si le diagramme d'antenne est produit sur le système exactement livré avec le radar (Récepteur+Émetteur+radôme+antenne) ou seulement sur un autre système représentatif du même type.	Comment est produit le diagramme d'antenne : sur l'antenne livrée ou sur une antenne représentative du même type Si certains tests ne sont effectués que sur un autre système représentatif, et pas sur le radar livré, le préciser ici. Tests effectués sur le système livré : Tests réalisés uniquement sur un autre système radar représentatif du même type :
5.7.1.2	IMP	Diagramme antenne+radôme L'offre comprend un diagramme d'antenne avec l'impact du radôme (gain en fonction de l'angle) pour le signal en H et un diagramme pour le signal en V dans la bande de fréquence standard de 5365 à 5470 MHz Les graphiques sont faciles à analyser : les unités sont mentionnées, les valeurs d'angle et de gain sont clairement lisibles pour les premiers lobes secondaires. Les conditions d'essai sont clairement mentionnées (fréquence, polarisation, direction-s- du plan).	L'offre comprend des diagrammes d'antenne du système radar complet, antenne + radôme. S'il n'y a que des diagrammes d'antenne, précisez qualitativement l'impact du radôme sur les diagrammes d'antenne.
5.7.1.3		Diagramme de phase différentielle : L'offre comporte un diagramme de phase différentielle dans la bande de fréquence de 5365 à 5470 MHz	L'offre comprend des diagrammes de phase différentielle du système radar complet, antenne + radôme. S'il y a que des diagrammes de phase différentielle d'antenne, précisez l'impact du radôme sur la phase différentielle.
5.7.1.4		Premier lobe secondaire : L'atténuation du premier lobe secondaire est meilleure que -28 dB.	Atténuation du premier lobe secondaire en H : dB Atténuation du premier lobe secondaire en V : dB
5.7.1.5		Autres lobes secondaires : L'atténuation des autres lobes secondaires est meilleure que -40 dB.	Atténuation des autres lobes secondaires en H : dB Atténuation des autres lobes secondaires en V : dB

5.7.1.6	Rapport de polarisation croisée Le rapport de polarisation croisée est défini comme le rapport entre la valeur de crête d'un signal émis co-polaire, reçu par le récepteur cross-polaire, et la valeur de crête du signal reçu par le récepteur co-polaire. Il inclut donc l'isolation du récepteur, ainsi que de l'antenne. Le rapport de polarisation croisée est meilleur que -35 dB.	Rapport de polarisation croisée : dB
5.7.1.7	Largeur et position du faisceau d'antenne identique H/V La différence de largeur de faisceau d'antenne à 3 dB, entre les voies H et V, est inférieure à 0,1°. La différence de centre de faisceau de l'antenne entre les voies H et V est inférieure à 0,05°	La différence de largeur de faisceau entre H et V : ° La différence de centre de faisceau entre H et V : °
5.7.1.8	Données de sensibilité du radar avec PRF = 500 Hz, porte = 250 m, La sensibilité minimale du système radar avec l'impulsion de 2 µs à 15 km en H est : La sensibilité minimale du système radar avec l'impulsion de 100 µs à 300 km en H est : La sensibilité minimale du système radar avec l'impulsion de 2 µs à 15 km en V est : La sensibilité minimale du système radar avec l'impulsion de 100 µs à 300 km en V est :	dBZ dBZ dBZ dBZ
5.7.1.9	Échantillons pour la détection de longue portée (300 km) L'offre comprend 10 tours d'antenne (10 fichiers ODIM-HDF5) à basse élévation (entre 0° et 1°) d'un radar EES à bande C similaire, mesurés dans une pluie modérée (typiquement 20-40 dBZ) et bien remplie dans un rayon de 0 - 300 km sur toutes les directions autour du radar en dehors de la couche de fusion. Les pas de codage voulus sont : - réflectivité horizontale brute TH : 0.1 dBZ - coefficient de corrélation brut (URHOHV) 0.001 - déphasage différentiel (UPHIDP) 0.1° - réflectivité différentielle (UZDR) 0.05 dB - écart-type de réflectivité (VARDBZH) 0.05 dB - vitesse Doppler 0.01 m/s - largeur spectrale 0.01 m/s - SNR 0.05 dB	L'offre comprend les 10 images et les fichiers ODIM-HDF5 correspondants

5.7.1.1 0	Échantillons pour la détection de vitesse non-ambigüe (120 km) L'offre comprend 10 tours d'antenne (10 fichiers ODIM-HDF5) à basse élévation (entre 0° et 1°) d'un radar EES à bande C similaire, mesurés dans une pluie modérée (typiquement 20-40 dBZ) et bien remplie dans un rayon de 0 – 120 km sur toutes les directions autour du radar en dehors de la couche de fusion. Pas de codage - réflectivité horizontale brute TH : 0.1 dBZ - coefficient de corrélation brut (URHOHV) 0.001 - déphasage différentiel (UPHIDP) 0.1° - réflectivité différentielle (UZDR) 0.05 dB - écart-type de réflectivité (VARDBZH) 0.05 dB - vitesse Doppler 0.01 m/s - largeur spectrale 0.01 m/s -SNR 0.05 dB	L'offre comprend les 10 images et les fichiers ODIM-HDF5 correspondants
5.7.1.1 1	Échantillons pour la détection proche du radar (zone aveugle de l'impulsion longue) L'offre comprend 10 tours d'antenne (10 fichiers ODIM-HDF5) à basse élévation (entre 0° et 1°) d'un radar EES à bande C similaire, mesurés dans une pluie modérée (typiquement 20-40 dBZ) et bien remplie dans un rayon de la zone aveugle (typiquement 0-30 km) sur toutes les directions autour du radar en dehors de la couche de fusion. Pas de codage - réflectivité horizontale brute TH : 0.1 dBZ - coefficient de corrélation brut (URHOHV) 0.001 - déphasage différentiel (UPHIDP) 0.1° - réflectivité différentielle (UZDR) 0.05 dB - écart-type de réflectivité (VARDBZH) 0.05 dB - vitesse Doppler 0.01 m/s - largeur spectrale 0.01 m/s -SNR 0.05 dB	L'offre comprend les 10 images et les fichiers ODIM-HDF5 correspondants

5.7.1.1 2	IMP	Qualité globale des données de double polarisation : coefficient de corrélation (ρ_{HV}) L'offre comprend une image de ρ_{HV} brutes (non post-traitées) d'un radar EES à bande C similaire, mesurée dans une pluie modérée (typiquement 20-40 dBZ) en dehors de la couche de fusion. L'offre comprend la distribution de fréquence normalisée correspondante, avec une échelle adaptée (pas de 0,001 souhaité) permettant de distinguer les données comprises à minima entre 0,96 et 1,0, et de façon non-ambigüe. La borne de départ de 0,96 peut être adaptée pour offrir une meilleure lisibilité. L'algorithme de calcul du ρ_{HV} brute doit être décrit.	L'offre comprend une image de ρ_{HV} d'un radar EES en bande C similaire. L'offre comprend la distribution de fréquence correspondante.
5.7.1.1 3	IMP	Qualité globale des données de double polarisation : déphasage différentiel (Φ_{DP}) L'offre comprend une image de Φ_{DP} brutes (non post-traitées) à basse élévation (entre 0° et 1°) d'un radar EES à bande C similaire, mesurée dans une pluie modérée (typiquement 20-40 dBZ) en dehors de la couche de fusion. Un pas de 0,5° sur les valeurs est souhaité. L'offre comprend la distribution de fréquence normalisée correspondante.	L'offre comprend une image de Φ_{DP} d'un radar EES en bande C similaire. L'offre comprend la distribution de fréquence correspondante.
5.7.1.1 4	IMP	Qualité globale des données de double polarisation : réflectivité différentielle (ZDR) L'offre comprend une image de ZDR brutes (non post-traitées) à basse élévation (entre 0° et 1°) d'un radar EES à bande C similaire, mesurée dans une pluie modérée (typiquement 20-40 dBZ) en dehors de la couche de fusion. Un pas de 0,05dB sur les valeurs est souhaité. L'offre comprend la distribution de fréquence normalisée correspondante.	L'offre comprend une image de ZDR d'un radar EES en bande C similaire. L'offre comprend la distribution de fréquence correspondante.

5.8. La tour

Liminaire : Chacun des sites radar de Mayotte et de Moorea est prévu être constitué :

- 1/ d'un terrain de dimension 20m x 20m, stabilisé, et permettant d'assembler au sol les différents sous-ensembles constitutifs du système radar (tour, fut, antenne, radôme, ...) ;
- 2/ d'un terrain clôturé de dimension maximale 25m x 25m (dimensions exactes à préciser en 5.8.1.1 et 2), à l'intérieur duquel se situe le système radar ; l'accès au pied de la tour du système radar se fait par un portail. A l'intérieur de ce terrain clôturé, un abri technique Météo-France (hors marché 2636F0070) est mis en place. L'emplacement exact de cet abri Météo-France est convenu avec le fournisseur pour une optimisation de l'espace et ne pas gêner le montage et l'exploitation du système radar. Cet abri technique Météo-France est de dimension 2x3m environ et contient l'arrivée électrique, le transformateur d'isolement, un coffret parafoudre et la baie télécoms (cf Annexe A. et Annexe G)

5.8.1		Forme générale	
5.8.1.1	IMP	Tour du système radar de Mayotte La tour du système radar de Mayotte est ajourée. Elle est implantée sur un terrain de dimension maximale 25m x 25m, qui est clôturé par Météo-France et dont l'altitude du niveau fini des fondations (dont la préparation est de responsabilité Météo-France) est de 203m NGM. L'offre précise l'emplacement de la tour préconisée sur le terrain alloué et les dimensions de la clôture nécessaire autour de la tour. Ces préconisations sont expliquées. La hauteur de la tour est calculée de telle manière que la hauteur NGM du système radar complet (radôme et balisage aérien compris) ne dépasse pas 230m NGM. Des schémas de plans de masse et de coupe illustrent la solution proposée par le fournisseur ; sont notamment présentés l'emplacement de la tour radar sur le terrain, les dimensions de la tour au sol, la hauteur totale de la tour nue et avec les autres équipements. L'Annexe C représente le terrain alloué pour le système radar de Mayotte.	
5.8.1.2	IMP	Tour du système radar de Moorea La tour du système radar de Moorea est ajoutée. Elle est implantée sur un terrain de dimension maximale 25m x 25m. Le terrain sur lequel la tour du système radar de Moorea est installé est frappé d'une servitude limitant le sommet du système radar à 41m NGPF. La tour mesure 25m de hauteur au maximum (± 1m) . L'offre précise l'emplacement de la tour préconisée sur le terrain alloué et les dimensions de la clôture nécessaire autour de la tour. Ces préconisations sont expliquées. L'altitude du niveau fini des fondations (dont la préparation est de responsabilité Météo-France) est de 3m NGPF. Des schémas de plan de masse et de coupe illustrent la solution préconisée par l'offre ; sont notamment présentés l'emplacement de la tour radar sur le terrain, les dimensions de la tour au sol, la hauteur totale de la tour nue et avec les autres équipements. L'Annexe D représente le terrain alloué pour le système radar de Moorea.	
5.8.1.3		Habillage de la tour de Moorea (POSTE 2.4) L'offre propose au titre du poste 2.4 l'habillage de la tour de Moorea permettant la meilleure insertion paysagère possible du système radar.	
5.8.1.4	IMP	Images de synthèse du système radar L'offre comporte 2 images de synthèse du système radar à environ 100m de la tour, depuis la mer, avec la végétation existante simulée : La première image avec la tour habillée (poste 2.4 déclenché), La seconde image avec la tour non habillée (poste 2.4 non déclenché).	

5.8.1.5		Capacité technique de chacune des tours à accueillir d'autres équipements L'offre précise si Météo-France peut mettre en place des équipements complémentaires sur chacune des tours et précise les contraintes techniques que ces équipements doivent respecter (masse, efforts maximum exercés par le vent sur l'ensemble du système radar + équipements, ...) A ce jour les équipements complémentaires identifiés sont de deux types : Habillage pour améliorer l'insertion paysagère (pendant du 5.8.1.3, pour les deux tours) Mise en place d'une caméra optronique (poids de l'ordre de 320kg, pour mise en place sur la tour de Mayotte)	
5.8.2		Performance	
5.8.2.1	IMP	Dépointage La conception et la géométrie de chacune des tours (Mayotte et Moorea) sont tels que le dépointage du faisceau radar, du fait de la déformation de la tour en fonction des spécifications d'environnement hors vents cyclonique, permet la continuité de la mesure. Une note justificative est produite pour attester la capacité à respecter la continuité de la mesure pour des vents en rafales inférieures à 140km/h, et pour démontrer la capacité du système radar à rester intègre pour des rafales de vents allant jusqu'à 288km/h	Note justificative pour le respect de la continuité de la mesure pour des vents en rafales inférieures à 140km/h et pour démontrer la capacité à rester intègre pour des rafales allant jusqu'à 288km/h
5.8.2.2	IMP	Sismicité Le système reste intègre en cas de séisme sur Mayotte et Moorea (pour rappel les 2 sites sont en zone de sismicité 3).	
5.8.3		Interfaces	
5.8.3.1	IMP	Fondations et descentes de charges de la tour L'offre précise le type de fondation à mettre en place par Météo-France, en indiquant notamment les matériaux préconisés pour ces fondations : type de béton préconisé, ferraillages à mettre en place, méplats en cuivre pour écoulements de foudre, interfaces nécessaires au niveau de la surface pour fixer la tour, plan de fondation. Ces éléments sont inclus dans le document de spécifications d'interfaces du système radar (cf exigence 5.11.1.5). L'offre précise s'il y a des différences entre la configuration de Mayotte et de Moorea. Les descentes de charges suivants les différents axes sont précisés dans l'offre.	
5.8.3.2		Équipements supplémentaires mis en place sur la tour : L'offre précise tous les équipements supplémentaires mis sur la tour : palan, pic anti-intrusion,...	

5.8.4		Caractéristiques	
5.8.4.1	IMP	Matériaux constituant la tour L'offre décrit les matériaux constituant la tour. Les éventuels traitements apposés sur ces matériaux sont décrits précisément, afin d'apporter la preuve de leur résistance aux conditions d'environnement indiquées en 4.1. Par exemple en cas d'utilisation d'acier galvanisé, le type et l'épaisseur de galvanisation sont précisés. Cette description rentre dans l'évaluation des critères environnementaux de l'offre	
5.8.4.2		Caractéristiques de l'assemblage L'offre indique les modalités d'assemblage des différents constituants de la tour radar.	
5.8.4.3		Moyens logistiques nécessaires à l'assemblage L'offre décrit quels sont les moyens logistiques nécessaires pour l'assemblage de la tour radar. La mobilisation de ces moyens est aux frais et sous la responsabilité du fournisseur. Météo-France pourra faciliter certaines prises de contact pour les moyens logistiques. A ce titre concernant les moyens de levage, l'accessibilité des deux sites radar de Mayotte et Moorea par une grue mobile de 80T a été vérifiée par Météo-France, les contacts ont été établis avec les entreprises locales pour vérifier la disponibilité d'une telle grue.	
5.8.5		Sécurité	
5.8.5.1	IMP	Chaque tour est conforme aux normes françaises en termes de sécurité.	
5.8.5.2	IMP	Chaque tour est équipée d'un escalier d'accès ou d'une échelle sécurisée permettant l'accès sous-radôme.	
5.8.5.3	IMP	Les équipements de protection collectifs sont préférés aux équipements de protection individuels.	
5.8.5.4	IMP	L'accès à la tour radar est interdit à toute personne non autorisée. Un système physique empêche l'accès à la tour (porte ou trappe en pied d'escalier / d'échelle). Les panneaux de signalisation des risques encourus sont mis en place et sont conformes à la réglementation.	
5.8.6		Documentation	
5.8.6.1	IMP	L'offre comporte les plans de la tour et les plans de fondation.	
5.8.6.2	IMP	L'offre comporte la documentation de montage et de maintenance de la tour. Le plan de maintenance standard de la tour indique notamment la périodicité de réfection de la peinture, le type de peinture à utiliser et les points à contrôler régulièrement.	
5.8.6.3		Les interfaces de quelque nature qu'ils soient sont décrits dans un paragraphe dédié à la tour dans le document de spécifications d'interfaces du système radar (cf exigence 5.11.1.5).	

5.9. Les abris techniques

5.9.1		Forme générale	
5.9.1.1	IMP	L'offre précise le nombre, le type d'abris techniques du système radar, les dimensions et l'emplacement dans le système radar. L'accessibilité des abris techniques du système radar et ses ouvertures sont indiquées. Des schémas explicites sont demandés.	
5.9.1.2	IMP	L'intégration paysagère des abris techniques est prise en compte dans l'offre, qui précise les modalités mises en œuvre pour la meilleure intégration paysagère des abris techniques et pour chaque site, Mayotte et Moorea.	
5.9.2		Utilisation	
5.9.2.1		L'offre précise l'utilisation prévue des abris techniques, les équipements qui y sont mis en place, les conditions (température, hygrométrie) préconisés à l'intérieur de ceux-ci, et les moyens pour les garantir.	
5.9.2.2		Les abris techniques ne sont pas accessibles aux personnes non autorisées. L'offre précise quels sont les moyens de sécurisation physiques mis en place sur les abris techniques pour se prémunir des risques de vols et de dégradation, notamment sur les ouvrants. Nota : Mayotte notamment est une zone avec de l'insécurité et du vandalisme, un soin particulier est donc à apporter sur la sécurisation des abris techniques	
5.9.3		Interfaces	
5.9.3.1		Électriques : L'offre précise le type d'arrivée électrique nécessaire pour le tableau électrique principal du système radar : puissance, nombre de phases, diamètre des câbles, nécessité de protections par parafoudres nécessaires en amont. La mise en place d'un nouveau point de livraison électrique est de responsabilité Météo-France, mais demande un délai de plusieurs mois. Cette action est anticipée par Météo-France. Ces éléments sont précisés dans la partie interfaces électriques du document d'interface demandé en 5.11.1.5 Météo-France demande la mise en place de deux départs depuis le tableau électrique principale du système radar pour alimenter deux équipements situés dans l'abri technique Météo-France : un départ secouru (16A) pour alimenter la climatisation de ce local et un départ ondulé (16A) pour alimenter la baie télécoms Météo-France. Le schéma en Annexe A illustre la configuration souhaitée par Météo-France.	

5.9.3.2		Télécoms L'offre précise le ou les types d'arrivées télécoms nécessaires ainsi que le ou les abris techniques où elles doivent aboutir : type de liaison, débit minimal. La mise en place des arrivées Télécoms (prestation hors marché), est de responsabilité Météo-France, mais demande un délai de plusieurs mois, cette action est anticipée par Météo-France. Ces éléments sont précisés dans la partie interfaces télécoms du document d'interface demandé en 5.11.1.5	
5.9.3.3		Autres fluides Météo-France n'a pas prévu de mettre en place l'arrivée d'autres fluides, notamment il n'est pas prévu d'arrivée d'eau sur site.	
5.9.4		Caractéristiques	
5.9.4.1	IMP	Matériaux constituant les abris L'offre décrit les matériaux constituant les abris techniques de chaque système radar. Les éventuels traitements apposés sur ces matériaux sont décrits précisément, afin d'apporter la preuve de leur résistance aux conditions d'environnement indiquées en 4.1. L'offre détaille notamment en quoi les abris sont tropicalisés. L'offre détaille s'il y a des différences entre la configuration du système radar de Mayotte et de Moorea Cette description rentre dans l'évaluation des critères environnementaux de l'offre	
5.9.4.2		Moyens logistiques nécessaires L'offre décrit quels sont les moyens logistiques nécessaires pour la mise en place des abris techniques du système radar fourni. La mobilisation de ces moyens est aux frais et sous la responsabilité du fournisseur. Météo-France pourra faciliter certaines prises de contact pour les moyens logistiques. A ce titre concernant les moyens de levage, l'accessibilité des deux sites radar de Mayotte et Moorea par une grue mobile de 80 Tonnes a été vérifiée par Météo-France, les contacts ont été établis avec les entreprises locales pour vérifier la disponibilité d'une telle grue.	
5.9.5		Sécurité et sécurisation	
5.9.5.1	IMP	Les abris techniques mis en place sont conformes aux normes françaises en termes de sécurité qu'il s'agisse de sécurité électrique ou de sécurité des personnes.	
5.9.5.2	IMP	L'accès aux abris techniques du système radar est interdit à toute personne non autorisée. Un ou plusieurs systèmes physiques doivent en empêcher l'accès.	
5.9.6		Documentation	
5.9.6.1	IMP	L'offre comporte les plans des abris techniques.	
5.9.6.2		L'offre comporte la documentation de montage et d'assemblage des abris techniques.	

5.9.6.3		Les interfaces de quelque nature qu'ils soient sont décrits dans un paragraphe dédié aux abris techniques du document de spécifications d'interfaces du système radar (cf exigence 5.11.1.5).	
---------	--	---	--

5.10. Moyens informatiques

5.10.1	Modalités d'accès informatique	
5.10.1.1	IMP Principes d'accès à distance à chaque système radar Chaque système radar est accessible en télémaintenance à distance en RDP pour le fournisseur, qui peut se connecter au système sans solliciter l'accord de Météo-France. La connexion en RDP permet un accès ponctuel au système radar via un serveur de saut (bastion), et une VM de rebond placée à Météo-France Toulouse ; aucun accès permanent n'est autorisé. Le système radar est également en mesure de transmettre régulièrement des fichiers, mais en mode FTP PUT uniquement. Le schéma de principe de ces modalités d'accès à distance est donné en annexe Annexe G Les fichiers identifiés en sortie du système radar sont à minima les produits radar. À des fins de télémaintenance ou de surveillance de bon fonctionnement du système radar, le fournisseur peut faire le choix de programmer l'envoi régulier de fichiers d'état du système radar* (solution préférée par Météo-France), ou faire le choix de se connecter régulièrement en RDP** (connexions ponctuelles uniquement, solution déconseillée par Météo-France, à retenir en dernier recours). Le serveur de saut (bastion) et la VM de rebond ne peuvent héberger d'appliquatif fournisseur. Elles servent uniquement de passerelle pour les éventuels transferts de fichiers depuis le fournisseur et à destination du système radar en RDP. Le fournisseur se conforme aux obligations du document « exigences en termes d'intervention en télémaintenance, MF_EXI_MACSI_Disponibilité_Telemaintenance » (cf Annexe E). Au début de la prestation, une réunion de mise au point est organisée avec le fournisseur et Météo-France, avec notamment la Direction des Systèmes Informatiques de Météo-France, pour s'entendre sur les modalités d'accès à distance en respect de la politique de sécurité informatique de Météo-France. <i>* tout fichier d'état du système radar est documenté dans le protocole d'exploitation et de maintenance du système radar, et mis à disposition en clair à Météo-France. Leur taille est bornée, la période des envois calibrée afin que les débits induits par ces envois restent compatibles du débit de la ligne télécoms allouée, y compris lors des épisodes pluvieux intenses, durant lesquels les produits radars sont les plus volumineux. Il paraît raisonnable pour Météo-France que ce fichier d'état du système radar soit envoyé toutes les 5 minutes et soit de l'ordre de 200ko.</i> <i>** les connexions en RDP ponctuelles pour surveiller le bon fonctionnement du radar, si elles sont mises en place, sont documentées dans le protocole d'exploitation et de maintenance du système radar, et clairement explicitées pour Météo-France. Elles restent compatibles du débit de la ligne télécoms allouée, y compris lors des épisodes pluvieux intenses, durant lesquels les produits radars sont les plus volumineux.</i>	Fréquence et volume du fichier d'état du système : min et ko Bande passante occupée par les connexions RDP de surveillance de bon fonctionnement du système : b/s

5.10.1. 2	IMP	Carnet de bord électronique partagé : Chaque connexion à distance sur un système radar donne lieu à la mise à jour d'un carnet de bord électronique, mis en place par le fournisseur, accessible et partagé avec Météo-France. Météo-France enregistre toutes les commandes et les fichiers qui sont émis par le fournisseur sur le système radar. En cas d'incohérence entre le carnet de bord et les logs Météo-France (incomplétude par exemple), le point focal du fournisseur est sollicité pour fournir les explications complémentaires nécessaires. L'export de la totalité de ce carnet de bord en format exploitable par Météo-France est possible.	
5.10.1. 3	IMP	Administration système : Le fournisseur est administrateur système sur l'ensemble des équipements informatiques du système radar. Sur demande Météo-France des personnes identifiées (liste détaillée à annexer au protocole d'exploitation et de maintenance du système radar, cf exigence 5.11.1.6) les codes d'accès système de l'ensemble des équipements informatique du système radar peuvent être demandés.	
5.10.1. 4	IMP	Documentation d'administration système : La documentation d'administration système du système radar est transmise à Météo-France à l'issue de l'acceptation de la recette site du système radar, et indique notamment les modalités de consultations des logs du système radar, qui sont accessibles pour Météo-France.	
5.10.1. 5	IMP	Modalités d'accès et de mise à jour Le fournisseur réalise les mises à jour et les installations informatiques nécessaires au bon fonctionnement du système radar (notamment en cas de mise à jour suite à des contrôle de sécurité informatique), en sollicitant l'accord préalable de Météo-France pour toute intervention impactant ou pouvant impacter le système, que ce soit durant la période de garantie ou hors période de garantie. En particulier la réalisation effective de mises à jour logicielles ou de toute action ayant un impact potentiel sur le contenu de la production est soumise à l'accord préalable de Météo-France, avec un préavis minimal de 48h. Des reports d'interventions sont couramment requises du fait des conditions météorologiques sur la zone couverte par le radar. Ces modalités d'accès sont détaillées dans le protocole d'exploitation et de maintenance du système radar (cf exigence 5.11.1.6). Le retour arrière est garanti lors de toute intervention sur le système radar.	
5.10.1. 6	IMP	Protocole d'exploitation informatique du système radar Le fournisseur propose à l'occasion de l'admission définitive du système radar un document « protocole d'exploitation informatique du système radar » adapté au contexte de fonctionnement prescrit par Météo-France. En particulier les exigences d'accès en télémaintenance et télésurveillance sont décrits, ce protocole est validé par le responsable SSI de Météo-France. Ce document peut-être un document à part entière ou être intégré au document « protocole d'exploitation et de maintenance du système radar » (cf exigence 5.11.1.6)	
5.10.1. 7	IMP	Audit sécurité informatique du fournisseur ou du système radar A tout moment Météo-France peut mandater (à sa demande ou via une demande extérieure) un audit de sécurité informatique du fournisseur ou du système radar.	

5.10.1.8		Politique de sécurité informatique et certification Le fournisseur transmet le document décrivant sa politique de sécurité informatique, incluant notamment une description des contrôles de sécurité des firmwares et des composants logiciels avant leur déploiement. Les certifications ou qualifications obtenues par le fournisseur relatives à la sécurité informatique sont indiquées dans l'offre.	
5.10.2		Généralités sur les logiciels	
5.10.2.1	IMP	Mises à jour logicielles Pour chaque système radar, l'offre inclut la mise à jour des logiciels et firmwares du radar par le fournisseur (via une connection RDP, cf 5.10.1.1) durant la période de garantie ou son extension. Cette spécification couvre tous les logiciels et firmwares qui sont susceptibles d'être mis à jour sur le système radar.	
5.10.2.2	IMP	Client FTP Afin de pouvoir effectuer les envois de produits (radar, fichiers d'état du radar), un client FTP est nécessaire sur le système radar. Pour rappel seul le FTP PUT est autorisé (cf exigence 5.10.1.1)	
5.10.3		Logiciel de contrôle et de supervision	
5.10.3.1		Logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur : définition Le logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur permet de : - superviser l'état du radar, c'est-à-dire afficher en temps réel les valeurs des paramètres du BITE : position de l'antenne, statut de l'émission, alarmes et erreurs, etc. - contrôler le système radar : - o réglage de la position et du mouvement de l'antenne - o arrêt/marche de l'émission - o réglage du mode d'émission (largeur d'impulsion, schéma d'émission) - o configuration des secteurs aveugles (sector blanking) - o etc.	
5.10.3.2		Ordinateur sur site L'offre indique si le système radar est fourni ou non avec un ordinateur sur le site radar exécutant le logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur.	Ordinateur sur site fourni avec logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur : oui / non
5.10.3.3	IMP	Licences supplémentaires Les licences individuelles du logiciel de contrôle et de supervision sont également disponibles en tant que « pièces détachées » (cf feuillet « BPU Pièces détachées » de l'annexe financière), afin que Météo-France puisse commander des licences supplémentaires et installer le logiciel sur ses propres ordinateurs en cas de nécessité	Licence du logiciel de contrôle et de supervision installable sur ses propres ordinateurs : oui / non

5.10.3.4	IMP	Système d'exploitation de l'IHM Le logiciel de contrôle et de supervision est installé sur un système d'exploitation non-embarqué et compatible d'une prise en main à distance (RDP, cf exigence 5.10.1.1). Le système d'exploitation mis en place est à jour au moment de la recette usine, et peut être mis à jour en cas de besoin, tout en respectant les modalités de mise à jour spécifiées en 5.10.1.5	
5.10.3.5	IMP	Systèmes d'exploitation des calculateurs L'OS des calculateurs peut-être embarqué, et n'est pas nécessairement mis à jour automatiquement en dehors des mises à jour constructeur.	
5.10.4		Logiciel de pilotage automatique du radar et de production des moments polaires	
<i>Il s'agit ici du logiciel de pilotage automatique du radar et de production des moments polaires, produits qui alimentent le concentrateur Météo-France situé à Toulouse en nominal, ou qui peuvent être visualisés directement en local pour les produits secours.</i>			
5.10.4.1	IMP	Moments et variables dual-pol disponibles Le logiciel produit les moments/variables dual-pol suivants, en PPI, à partir des données I/Q : - réflectivité horizontale (Zh) - coefficient de corrélation (ρHV) - déphasage différentiel (ΦDP) - réflectivité différentielle (ZDR) - écart-type de réflectivité (Σz) - vitesse Doppler - largeur spectrale	
5.10.4.2	IMP	Format d'exportation Les moments et les variables dual-pol sont disponibles sous forme de fichiers encodés au format ODIM HDF5 version 2.5.0 ou supérieure. Le logiciel fournit chaque tour d'antenne dès la fin du tour considéré (cf 4.8.1.1). Le système doit également permettre l'export des données I&Q avant démodulation en temps différé ainsi que les informations nécessaires pour lire les données I&Q.	
5.10.4.3	IMP	Métadonnées Les métadonnées, indiquées comme obligatoires dans le format ODIM HDF5, sont incluses dans les fichiers de moments et variables dual-pol.	
5.10.4.4		Métadonnées supplémentaires L'offre indique si le système permet l'insertion de métadonnées non obligatoires à la norme ODIM et facilitant les traitements Météo-France.	Le système permet l'insertion de métadonnées non obligatoire : oui/non
5.10.4.5		Filtrage Doppler Le filtrage Doppler peut être activé ou désactivé. Lorsqu'il est activé, les moments et variables dual-pol sont également disponibles sans le filtrage Doppler, en plus des valeurs filtrées.	

5.10.4.6		Coordonnées polaires Les moments et variables dual-pol sont disponibles en coordonnées polaires, la résolution 0,5°x240m est idéalement souhaité à minima	Résolutions polaires disponibles (d'autres résolutions peuvent être disponibles) : ° x m
5.10.4.7		Commande et pilotage en automatique du radar Le logiciel permet le contrôle du radar sur site et à distance. L'envoi des commandes automatiques est disponible ; par exemple pour mettre en place un mode d'exploration cadencé ou pour effectuer un étalonnage solaire suivant une périodicité définie.	
5.10.4.8	IMP	Licences supplémentaires Les licences individuelles du logiciel de pilotage automatique du radar et de production des moments polaires sont également disponibles en tant que « pièces détachées » (cf feuillet 2 « BPU Pièces détachées » de l'annexe financière) afin que Météo-France puisse commander des licences supplémentaires et installer le logiciel sur ses propres ordinateurs.	
5.10.4.9	IMP	Système d'exploitation Le logiciel de pilotage automatique du radar est installé sur un système d'exploitation compatible d'une prise en main à distance (RDP, cf exigence 5.10.1.1). Le système d'exploitation mis en place est à jour au moment de la recette usine, et peut être mis à jour en cas de besoin, tout en respectant les modalités de mise à jour spécifiées en 5.10.1.5	
5.10.4.10	IMP	Documentation utilisateur Une documentation spécifique décrit les modalités de configuration : • du pilotage automatique du radar, • des produits moments polaires, • des modes d'exploitation et d'émission. Cette documentation donne toutes les informations nécessaires et utiles à l'utilisation du logiciel de pilotage automatique du radar et de production des moments polaires La documentation comprend par ailleurs la documentation de MCO logiciel : procédure d'installation, back-up, mise à jour, et décrit les configurations matérielles et OS minimales.	
5.10.4.11	IMP	Fichier exemples L'offre contient les fichiers de données au format ODIM HDF5 ayant permis de constituer les graphiques du 5.7	
5.10.5		Synchronisation du temps	
5.10.5.1	IMP	Synchronisation du temps Les calculateurs du système radar doivent pouvoir se synchroniser. L'offre indique si le système radar est synchronisé avec un serveur de temps, et les modalités de mise en oeuvre de cette synchronisation. Météo-France peut fournir un accès à un serveur NTP interne Météo-France.	

5.11. Documentation technique

5.11.1		Documentation technique du radar	
5.11.1.1		Langue La documentation technique est fournie en français ou en anglais.	
5.11.1.2	IMP	Nombre d'exemplaires 2 copies papier sont fournies. 1 copie numérique est fournie.	
5.11.1.3	IMP	Public cible La documentation s'adresse aux techniciens et ingénieurs de Météo-France qui ont une bonne connaissance générale de l'exploitation et du maintien en conditions opérationnelles des radars météorologiques.	
5.11.1.4	IMP	Objectif de la documentation et étendue de la maintenance interne de Météo-France L'objectif de la documentation est de permettre au public cible d'être en capacité d'exploiter, faire fonctionner l'ensemble du système, spécifier voire effectuer toutes les opérations préventives et correctives requises pendant la durée de vie du système, avec et sans l'aide du Fournisseur. La documentation se suffit à elle-même, mais au titre des postes 2.2 et 2.5 des formations peuvent être commandées. La documentation décrit les opérations permettant le maintien en condition en opérationnel du radar dans ses grands sous-systèmes et dans les composants qui les constituent. La documentation ne se limite pas à la description du dépannage et du remplacement des grands sous-systèmes. La documentation n'est pas tenue de décrire le dépannage au niveau des composants : condensateur, résistance... sur les circuits intégrés.	

5.11.1.5	IMP	Contenu de la documentation à produire pour l'offre La documentation contient : - un cahier de recette usine - un manuel d'installation et de configuration initiale, - un manuel d'utilisation du radar, - un manuel d'utilisation du logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur - un manuel de maintenance, qui comprend toutes les informations nécessaires pour effectuer toutes les opérations prévues : • schéma fonctionnel du système complet • schéma fonctionnel des composants du système • diagrammes de montage • schéma de câblage avec références des matériels et configuration des broches • des tableaux de toutes les données électriques à tous les points de mesure et de référence • procédures de réglage • procédures de maintenance préventive • procédures de localisation et réparation des pannes • liste détaillée de tous les ensembles/composants avec références des pièces • les fiches techniques de toutes les composants utilisés • Les recommandations en matière de plans de maintenance préventives (fréquence, contenu, remplacement des composants.) • Les procédures d'étalonnages et de calibrations. • La documentation de l'interface numérique - un document de spécifications d'interfaces du système radar, comprenant une partie interface de la tour, une partie interface des abris techniques, et les plans. -un document descriptif des principes généraux de protection foudre mis en place pour protéger le système radar En cas d'évolution majeure du système, la documentation est mise à jour.	
----------	-----	---	--

5.11.1.6	IMP	Contenu de la documentation à produire dans le cadre de la fourniture La documentation complémentaire à fournir dans le cadre de la fourniture avant l'admission définitive du système contient : - un cahier de recette site - un document « protocole d'exploitation et de maintenance du système radar » rédigé pour chaque site, et comprenant notamment : • L'organisation mise en place par le fournisseur pour répondre aux enjeux de maintenance et d'exploitation du système radar ; à ce titre la matrice RACI est demandée. • La prise en compte des exigences Météo-France en termes de sécurité informatique décrites en 5.10.1 du présent document, • La définition des indicateurs, • La liste des documents à produire à l'occasion de la réunion de suivi annuelle, • Le système de carnet de bord électronique mis en place • La description de la procédure d'escalade des problèmes rencontrés et le logigramme afférent, • Les protocoles d'assistance pour les tâches de maintenance effectuées localement par Météo-France pour le compte du fournisseur, • La liste et le rôle des intervenants Météo-France, • La liste et le rôle des intervenants du fournisseur. - un document «Protocole d'exploitation informatique du système radar », qui peut être fusionné avec le document « protocole d'exploitation et de maintenance du système radar » Des exemples, s'il en existe, peuvent être fournis dans l'offre.	
5.11.1.7		Version numérique : navigation hypertexte La version numérique de la documentation fait un large usage de liens hypertextes pour naviguer facilement entre les procédures, les schémas, les schémas fonctionnels, les schémas de principe, etc.	Large utilisation de liens hypertextes pour naviguer dans la version numérique de la documentation technique : oui/non
5.11.1.8		Documentation : exemples L'offre contient des exemples de documentation technique de radars similaires. Par exemple : - manuel d'installation et de configuration initiale, - manuel d'utilisation du radar - manuel d'utilisation du logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur - manuel de maintenance - etc.	L'offre contient des exemples de documentation technique de radars similaires.
5.11.1.9	IMP	Liste des pièces constitutives du système radar : L'offre contient la liste détaillée de l'ensemble des pièces constitutives du système radar. Cette liste est fournie au format ascii (tableur accepté) et est intégrée au système GMAO de Météo-France, qui permet de planifier, suivre et optimiser toutes les opérations de maintenance des équipements d'observation .	

5.12. Ensemble de pièces détachées de premier niveau

5.12.1		Spécifications générales	
5.12.1.1	IMP	Contenu de l'ensemble de pièces détachées de premier niveau L'ensemble de pièces détachées de premier niveau comprend tous les consommables et les petites pièces détachées qui peuvent être nécessaires pendant les deux premières années de fonctionnement du radar, pour la maintenance de premier niveau. Voici à titre d'exemple une liste non exhaustive de consommables et de petites pièces détachées attendues au titre de ces pièces détachées de premier niveau: - graisse - huile - joints d'étanchéité du circuit de guide d'ondes - filtres à air - ventilateurs - fusibles - interrupteurs et relais électriques - câbles coaxiaux principaux - jeux de condensateurs - voyants lumineux	L'offre fournit dans un document spécifique le contenu de l'ensemble de pièces détachées de premier niveau, en indiquant les quantités.

5.13. Jeu d'outils

5.13.1		Spécifications générales	
5.13.1.1	IMP	Contenu du jeu d'outils : maintenance Le jeu d'outils comprend tous les outils standard et spécifiques, ainsi que les accessoires, nécessaires à la maintenance du radar : - tournevis et clés adaptés à toutes les têtes de vis utilisées sur le radar, - support d'antenne si cela est nécessaire lors du remplacement d'un moteur, - etc.	L'offre comporte une liste des outils, et accessoires, prévus pour la maintenance.

5.14. Appareils de mesure indépendants

5.14.1		Spécifications générales	
<i>Les appareils de mesure indépendants permettent d'effectuer sur le système radar toutes les opérations de contrôle de niveau 1 à des fins de maintenance : mesure de la tension/du courant, analyse des impulsions, etc.</i>			

5.14.1.1	IMP	Contenu des appareils de mesure indépendants Le fournisseur liste les appareils de mesure et les accessoires indépendants compris dans la fourniture	L'offre comporte une liste des appareils de mesure indépendants.
----------	-----	--	--

5.15. Système de surveillance environnemental et contrôle

5.15.1		Spécifications générales	
5.15.1.1		Le système radar dispose d'un système de surveillance environnemental et de contrôle : Ce système permet l'affichage à distance des conditions d'environnement de l'espace sous radôme et des abris techniques, la consommation électrique, l'état des alarmes et systèmes de détection incendie et anti-intrusion. Ce système, accessible pour Météo-France, peut-être une extension du logiciel de contrôle et supervision objet du 5.10.3 La disponibilité des paramètres surveillés couvre une période de cent (100) jours.	

6. Services associés à la fourniture

6.1. Vérifications

6.1.1		Vérification en usine : La vérification en usine concerne les postes 1.1 et 1.2	
6.1.1.1	IMP	Les opérations de vérification en usine sont faites en déroulant le cahier de recette usine préparé par le fournisseur, soumis à la validation de Météo-France, qui peut demander au fournisseur l'ajout de tests. Météo-France se réserve le droit de demander et d'assister à la ré-exécution de tout ou partie des essais prévus. Des certificats de tests sont délivrés à la fin de chaque essai ou série d'essais concluants.	
6.1.2		Vérification sur site : La vérification sur site concerne les postes 1.1, 1.2 et 2.4	
6.1.2.1	IMP	Les opérations de vérification sur site sont faites en déroulant le cahier de recette site préparé par le fournisseur, soumis à la validation de Météo-France, qui peut demander au fournisseur l'ajout de tests. Météo-France se réserve le droit de demander et d'assister à la ré-exécution de tout ou partie des essais prévus. Des certificats de tests sont délivrés à la fin de chaque essai ou série d'essais concluants.	

6.2. Livraison, Installation, et mise en service du système radar

6.2.1		Livraison :	
6.2.1.1	IMP	La livraison sur site et le déchargement du système radar sont réalisés par le fournisseur	
6.2.1.2		Stockage temporaire : Le fournisseur indique dans son offre s'il envisage d'utiliser une zone de stockage temporaire avant l'installation sur chacun des sites.	Stockage temporaire à Mayotte : oui / non Stockage temporaire à Moorea : oui / non
6.2.1		Installation et mise en service du système radar L'installation et la mise en service du système radar concerne les postes 1.1, 1.2 et 2.4	
6.2.1.1	IMP	L'offre inclut l'installation et la mise en service de l'ensemble des équipements prévus aux postes 1.1, 1.2 et 2.4 ; elles sont à la charge du fournisseur.	
6.2.1.2	IMP	Météo-France peut assister à tout ou partie des étapes d'installation et mise en service du système radar. La réalisation de l'installation doit pouvoir se dérouler sans la présence systématique de Météo-France. En tout état de cause Météo-France n'est pas en responsabilité sur les étapes d'installation et de mise en service.	
6.2.1.3	IMP	L'offre inclut la fourniture d'un planning type d'installation et de mise en service du système radar.	

6.2.1.4	IMP	Le transfert de responsabilité du système radar intervient au moment de la signature du procès verbal de recette site du système radar. Avant ce jalon, le système radar est sous l'entière responsabilité du fournisseur.	
6.2.1.5	IMP	Le fournisseur est entièrement responsable de la sécurité du site durant les phases d'installation et mise en service du système radar. Les entreprises sous-traitantes du fournisseur sont soumises aux mêmes obligations. A ce titre, le fournisseur transmet un mois avant le début de l'installation sur site à Météo-France le plan de prévention qu'il établit avec les entreprises partenaires avec qui il travaille lors de l'installation et la mise en service du système radar.	
6.2.1.6	IMP	Obligations réglementaires : L'installation du système radar est soumise à différentes obligations réglementaires listées ci-dessous, et qui sont sous la responsabilité du fournisseur : -Déclaration au Service National d'Ingénierie Aéroportuaire (SNIA) trente (30) jours avant l'installation de la tour ; -Demande d'autorisation des moyens de levage au SNIA via une demande Guichet Unique La copie des démarches réalisées par le fournisseur est transmise à Météo-France. Météo-France peut apporter un support au fournisseur pour la réalisation de ces démarches.	

6.3. Assurance et gardiennage

6.3.1.1	IMP	Assurance : Le fournisseur contracte une assurance Ad-Valorem avec son prestataire de transport. Cette assurance protège le système radar jusqu'au transfert de responsabilité (cf 6.2.1.4). L'attestation d'assurance est transmise à Météo-France une fois contractée.	
6.3.1.2		Gardiennage : Le fournisseur est responsable des équipements du système radar, qu'ils soient assemblés ou encore emballés, et ce jusqu'à la signature du procès verbal de recette site du système radar. Le gardiennage de chaque site auprès d'une société spécialisée, si déclenché est pris en compte par le fournisseur.	

6.4. Formations

6.4.1		Formation de base sur site (poste 2.2)	
6.4.1.1	IMP	Langue La formation se déroule majoritairement en français. Pour certains modules spécifiques l'anglais est accepté. La documentation de la formation est en français ou en anglais.	
6.4.1.2		Format de la formation La formation se déroule à proximité du site d'installation, dans une salle ou un local mis à disposition par Météo-France	
6.4.1.3	IMP	Nombre de stagiaires 2 à 7 stagiaires participent à la formation.	
6.4.1.4	IMP	Durée La durée minimale de la formation sur site est de 4 journées de 6 à 7 heures, elle est organisée du lundi au vendredi. La date et le calendrier exacts sont décidés d'un commun accord entre Météo-France et le Fournisseur.	
6.4.1.5	IMP	Public cible La formation de base sur site s'adresse aux techniciens de Météo-France dont l'activité principale est la maintenance de capteurs météorologiques de tout type, mais qui n'ont pas, ou peu, de connaissances sur le fonctionnement et la maintenance des radars météorologiques. Ces techniciens sont basés localement, à proximité du radar, et sont chargés au mieux des niveaux de maintenance 1 et 2 (cf annexe Annexe F décrivant les tâches afférentes suivant les niveaux de maintenance).	
6.4.1.6	IMP	Documentation Le support de présentation de la formation de base, en français ou en anglais, est remis à l'ensemble des stagiaires à l'issue de la formation en version informatique.	
6.4.2		Formation de base à distance (poste 2.5)	
6.4.2.1		Format : La formation de base à distance reprend les modalités de la formation de base sur site, mais se déroule à distance, en web-conférence, et sans manipulation sur le radar.	

6.5. Garantie

6.5.1		Garantie du radar	
6.5.1.1	IMP	Disponibilité des systèmes radars de Mayotte et Moorea en période de garantie En période de garantie les actions de suivi et de maintenance des radars visent à garantir une disponibilité opérationnelle des radars la plus élevée possible et la continuité du service de vigilance météorologique notamment en contexte de phénomènes météorologiques intenses (tempêtes tropicales, cyclones, épisodes convectifs). Chacun des radars est attendu d'avoir un taux de disponibilité des produits en sortie du système radar de 97% par an à minima hors périodes de maintenance programmée. L'offre détaille les actions mises en place pour atteindre ce taux de disponibilité	Actions mise en place pour garantir la meilleure disponibilité des produits radar Disponibilité nominale pour Mayotte : % par an Disponibilité nominale pour Moorea : % par an Détail des actions mises en place pour atteindre ce taux de disponibilité :
6.5.1.2	IMP	Maintenance des systèmes radars en période de garantie Les maintenances préventives et correctives sont réalisées par le fournisseur autant que nécessaire pour atteindre les taux de disponibilité contractualisés. Le fournisseur dispose de moyens d'accès à distance aux radars définis en 5.10.1.1. L'offre est optimisée afin de tenir compte de la réalisation de la maintenance préventive en cas de déplacement au titre de la garantie pour la réalisation d'une maintenance corrective. Pour cela le fournisseur dispose des accès au système radar pour intervenir en autonomie (cf 5.10.1) Un rapport de maintenance détaillé est fourni à l'issue de chaque intervention.	

6.5.1.3	Assistance de Météo-France pour le système radar de Moorea Météo-France peut assister le fournisseur pour le site de Moorea, afin de limiter les missions sur site du fournisseur. Cette assistance repose sur l'appui des équipes Météo-France locales, formés (cf poste 2.2), et capables de réaliser une partie des tâches de niveaux 1 et 2 (cf annexe F) avec assistance à distance, incluant notamment : • lecture et transmission de paramètres et états du système, • redémarrage de sous-systèmes matériels ou logiciels, • remplacement de modules ou sous-ensembles interchangeables, • contrôles visuels et vérifications simples. Toutes les interventions des équipes locales de Météo-France sur le radar de Moorea sont réalisées à la demande du fournisseur, et sous sa responsabilité (obligation de moyen Météo-France, dans la limite de quotité de temps disponible indiqué en 4.7.1.3), via des moyens de communication entendus.	
6.5.1.4	Maintenance des radars en extension de garantie (Poste 3.1 et 3.3) L'extension de garantie comporte l'échange des pièces défectueuses et les frais de main d'œuvre pour la remise en état de fonctionnement nominal du système radar (c'est-à-dire dans le respect des performances). Les frais de main d'œuvre sont couverts par la garantie pour les travaux effectués en usine et sur le site du système radar. La maintenance des radars pendant la période d'extension de garantie est menée selon les mêmes modalités avec les mêmes objectifs de taux de disponibilité que pendant la période de garantie (cf 6.4.1.1 et 6.4.1.2).	
6.5.1.5	Modalité de suivi et pilotage de la période de garantie A l'issue du procès verbal de recette site du radar, le fournisseur fournit avant le 5 de chaque mois le taux mensuel de disponibilités des produits radar du mois écoulé, hors indisponibilité pour cause de maintenance programmée et entendue entre Météo-France et le fournisseur. Le taux de disponibilité mensuel des produits en sortie du système radar est définie comme le pourcentage de produits non erronés disponibles mis à disposition sur le routeur Météo-France et aux délais indiqués en 4.9.1.1 divisé par le nombre de produits prévus être créés durant le mois considéré. Les interruptions de données pour causes exceptionnelles (cas de force majeure, indisponibilité de l'énergie secteur de plus de 168h) sont retirées du calcul après entente avec Météo-France. Le taux de disponibilité contractuel est annuel, le début de l'année contractuelle est la date anniversaire d'admission définitive du système radar. Les taux de disponibilité mensuels et annuels sont calculés par le fournisseur . Une réunion de suivi de chaque système radar est organisée tous les quatre mois. A l'occasion de cette réunion les indicateurs de disponibilité sont examinés. Météo-France peut demander des compléments concernant des interruptions, des pannes majeures, ou des dysfonctionnements des procédures entendues entre le fournisseur et Météo-France, affectant ou ayant affecté le système radar Annuellement, à chaque date anniversaire de l'admission du système radar la réunion de suivi se tient en présentiel.	

6.5.1.6	IMP	Traitement des incidents : Un incident se caractérise par l'un des évènements suivants : • Indisponibilité totale des produits radars ; • Dégradation, générale ou localisée, de la qualité des produits radar ; Afin de maintenir la disponibilité des produits en sortie du système radar attendue le fournisseur s'engage à prendre toute disposition jugée nécessaire. Le service support assuré par le titulaire doit comprendre : 1. la prise en compte et le traitement des incidents ; 2. la fourniture d'informations régulières pendant l'incident ; 3. la fourniture d'un compte-rendu d'incident comprenant la nature du défaut, sa localisation et sa durée dans un délai de quarante huit (48) heures après le rétablissement du bon fonctionnement du système radar ; Le titulaire décrit l'organisation mise en place pour remplir ces exigences (cf protocole d'exploitation et de maintenance du système radar en 5.11.1.6) . Météo-France doit disposer, à tout moment, de la faculté de joindre le titulaire (par l'intermédiaire d'un guichet affecté au traitement des incidents), pour lui signaler tout problème concernant le bon fonctionnement du système radar (pannes, interruption de service, dégradation de la qualité): • par téléphone, • par un portail web permettant d'ouvrir des tickets d'incidents, de les consulter, et de déclencher une procédure d'escalade.	
6.5.1.7		Étendue et durée de la garantie Tous les autres sujets relatifs à l'étendue et la durée de la garantie sont précisées dans le cahier des clauses administratives particulières (CCAP) du présent marché.	
6.5.1.8	IMP	Réversibilité La réversibilité est demandée (récupération possible des données relatives au système radar par Météo-France à l'issue de la période de garantie).	

7. Maintenance

7.1.1		Spécifications générales	
Météo-France souhaite la maintenance la mieux adaptée à chacun des systèmes radar compte tenu de leur situation géographique (Poste 3.2 et 3.4) ; le modèle de maintenance retenu est détaillé dans un marché subséquent pour chaque site radar outre-mer. Ces marchés reprennent les éléments de réponse aux spécifications pour la maintenance décrits dans ce paragraphe et prennent effet à leur notification.			
7.1.1.1	IMP	Taux de disponibilité des données du radar de Mayotte et Moorea Les prestations attendues visent à garantir une disponibilité opérationnelle des radars la plus élevée possible et la continuité du service de vigilance météorologique notamment en contexte de phénomènes météorologiques intenses (tempêtes tropicales, cyclones, épisodes convectifs). Chacun des radars doit avoir un taux de disponibilité des données en sortie de radar de 97% par an à minima hors périodes de maintenance programmée .	Disponibilité nominale pour Mayotte : % par an Disponibilité nominale pour Moorea : % par an
7.1.1.2	IMP	Périmètre des systèmes concernés Les prestations s'appliquent aux radars météorologiques exploités par Météo-France, incluant notamment: • l'antenne et le radôme • les sous-systèmes mécaniques (motorisations, collecteurs tournants), • les sous-systèmes RF (émetteur, récepteur, guide d'ondes, filtres), • les sous-systèmes électriques et d'alimentation connexes au radar (onduleur, groupe électrogène s'il y en a) • les systèmes de contrôle-commande et logiciels, • les équipements informatiques et réseaux associés. • Les abris techniques • la tour Les prestations doivent être compatibles des configurations standards des systèmes proposés.	
7.1.1.3	IMP	Durée de disponibilité des pièces détachées Toutes les pièces détachées nécessaires au fonctionnement du système sont disponibles pendant au moins dix (10) ans après son admission finale. En cas d'obsolescence pendant cette période de dix (10) ans, le fournisseur est responsable de la recherche de pièces de remplacement, entièrement compatibles avec les pièces d'origine ou bien de disposer et de fournir dans le cadre du marché les kits d'adaptation et de la documentation correspondante.	

7.1.1.4	IMP	Configuration des pièces détachées Les prestations doivent être compatibles des configurations standards des systèmes proposés. Si une pièce détachée nécessite une configuration spécifique pour être montée sur un radar (installation du micrologiciel, configuration du micrologiciel, réglage mécanique pour des conditions de fonctionnement spécifiques, etc.), le service de pièces détachées inclut, au choix du fournisseur, sans coût supplémentaire: - soit une documentation sur la procédure à suivre. - soit la configuration de la pièce détachée en usine, avant expédition.	
7.1.1.5	IMP	Liste des pièces de rechange Un document liste toutes les pièces de rechange nécessaires à la maintenance du système radar pendant sa durée de vie prévue de 20 ans. Le document qui liste les pièces détachées indique pour chaque pièce détachée: - le nom de la pièce, - le numéro de référence de la pièce, - le prix hors taxes - le délai de livraison - le nombre de pièces préconisées en stock pour maintenir le système radar en exploitation opérationnelle avec le taux de disponibilité - le nombre de pièces de la référence présente dans le radar. Le feuillet AF2 « BPU Pièces détachées » de l'annexe financière peut soit être complété, soit être substitué par un document unique du fournisseur comprenant à minima les 5 colonnes listées ci-dessus.	
7.1.1.6	IMP	Pièces très onéreuses Pour toute pièce dont le montant unitaire en € HT dépasse 10 000€, le fournisseur indique le MTBF (durée moyenne entre pannes) théorique et observé.	
7.1.2		Organisation des prestations	
Chacun des systèmes radar est exploité opérationnellement H24/7J. Toute indisponibilité totale ou partielle affectant la production des données radar en période météorologique sensible est considérée comme critique et doit être prise en charge sans délai. L'offre décrit l'organisation mise en place et permettant un traitement prioritaire des incidents critiques, incluant un diagnostic immédiat, les actions correctives à distance et, si nécessaire, le déclenchement d'une intervention sur site.			

7.1.2.1	IMP	Interlocuteur et coordination L'offre prend en compte la désignation d'un responsable technique principal, interlocuteur unique de Météo-France, disposant d'une expertise avérée dans les systèmes de radar météorologique bande C exploités en environnement opérationnel. Il est chargé notamment: • de la coordination des prestations sur les deux sites de Mayotte et de Moorea, • du suivi de la disponibilité et des performances, • de la gestion des incidents et des escalades, • de la communication régulière avec Météo-France, • de la formulation de recommandations relatives à la maintenance, à la gestion des pièces de rechange et à l'obsolescence. • Il prépare l'ensemble des éléments contractuels pour le démarrage du marché de maintenance et les réunions de bilan annuelles	
7.1.2.2	IMP	Assistance technique et diagnostic à distance Le fournisseur doit fournir une assistance technique à distance comprenant a minima: • une prise en compte des incidents critiques dans un délai maximal de 15 heures après notification, • la réalisation d'un diagnostic à distance dans un délai maximal de 24 heures après la prise en compte, • le diagnostic et le dépannage à distance lorsque cela est possible, • l'analyse des journaux, paramètres et données de fonctionnement, • l'assistance par téléphone, courrier électronique ou plateforme dédiée, • l'émission de comptes rendus et rapports d'incident. Les moyens d'accès à distance, sécurisés et validés par Météo-France sont ceux décrits en 5.10.1. Météo-France dispose d'un accès et d'un report des actions réalisées par le fournisseur dans le carnet de bord électronique (cf 5.10.1.2), afin de conserver l'historique des interventions réalisées sur chaque système radar. Météo-France attire l'attention du fournisseur sur les décalages horaires pour chaque système radar (UTC+3 pour Mayotte, UTC-10 pour Moorea)	
7.1.2.3	IMP	Interventions sur site Les prestations sur site peuvent concerner: • la maintenance préventive et corrective du radar, • les enquêtes techniques spécifiques, • des opérations d'entretien de l'infrastructure (tour, radôme, abris-techniques), • les mises à niveau matérielles ou logicielles.	

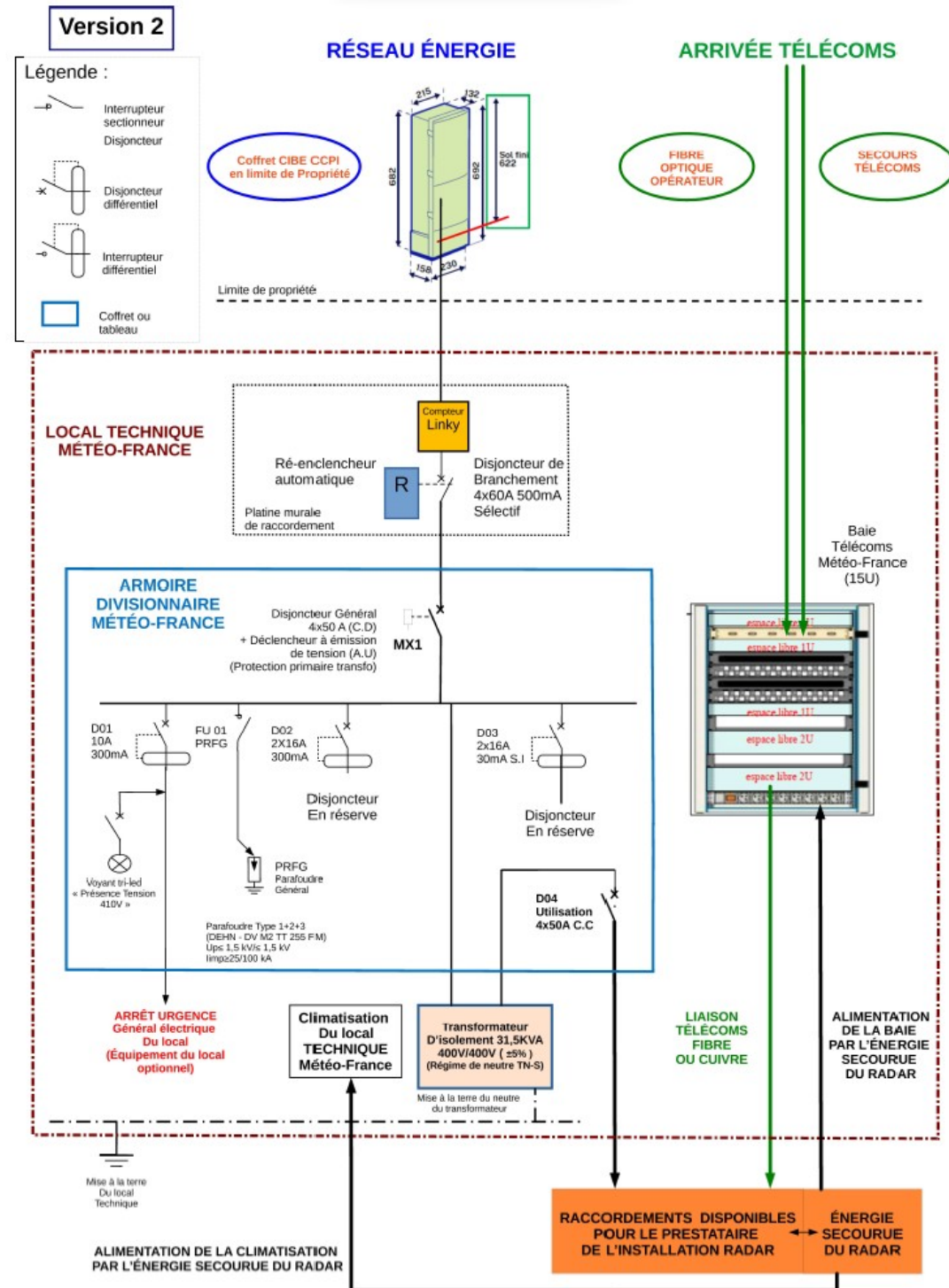
7.1.2.4	IMP	Surveillance et supervision à distance L'offre doit proposer un service de surveillance et de supervision à distance pour chaque système radar, incluant: - la détection des pannes et anomalies, - les alertes et alarmes en temps réel, - des diagnostics experts, configuration et mises à jour logicielles à distance - la possibilité d'actions correctives à distance (redémarrage, reconfiguration, mises à jour logicielles), - capacité d'arrêt d'urgence à distance Ce service est conforme au protocole d'exploitation et de maintenance du système radar. Il peut s'appuyer sur le système de surveillance environnementale et contrôle demandé en 5.15 Ce système de surveillance à distance est activé via un système de gestion à distance du fournisseur, dont la disponibilité est maximale, et conforme aux principes d'accès indiqués en 5.10.1.	
7.1.2.5	IMP	Réunion de suivi annuel ; Une réunion de suivi annuelle est organisée entre le fournisseur et Météo-France. Le responsable technique principal du fournisseur prépare l'ensemble des documents préparatoires à cette réunion de suivi. La liste de ces documents est convenue d'un commun accord entre Météo-France et le fournisseur, et évolue annuellement pour tenir compte du retour d'expérience. Cette réunion peut se tenir en présentiel ou à distance.	
7.1.3		Forfaits de maintenance	
7.1.3.1		Forfait de maintenance assurée entièrement par le fournisseur pour une année pour le système radar situé à Mayotte L'offre comprend une proposition pour un forfait de maintenance pour un an du système radar situé à Mayotte. Le système radar doit faire l'objet d'au minimum une visite de maintenance préventive par an. Les opérations de maintenance préventive comprennent a minima : - l'inspection visuelle et fonctionnelle des équipements, - le contrôle et la lubrification des systèmes mécaniques, - le nettoyage et la vérification du radôme et du guide d'ondes, - l'étalonnage et la validation des performances RF, - la vérification des systèmes électriques, de mise à la terre et de protection contre les surtensions, - les diagnostics logiciels et la vérification de l'intégrité des flux de données. Un rapport de maintenance détaillé est fourni à l'issue de chaque intervention. En cas d'incident le fournisseur doit effectuer une maintenance corrective avec des temps d'intervention à distance ou sur site compatibles de la cible indiquée au 7.1.1.1.	Périodicité des maintenance préventives : mois Délai d'intervention pour une maintenance corrective sur site (en heures) : heures Nombre d'interventions incluses dans le forfait :

		La réparation sur site est réalisée dans un délai maximal de 2 (deux) jours ouvrés après le diagnostic confirmant la nécessité d'une intervention sur site. L'offre précise la localisation de l'agent spécialisé qui intervient. Le temps d'intervention est défini comme le temps écoulé entre le moment où un incident est détecté et le moment où l'équipe d'intervention règle effectivement le problème (à distance ou sur site). Le fournisseur doit démontrer la capacité organisationnelle et logistique à respecter ces délais. Le forfait de maintenance inclus une ou plusieurs interventions sur site Les interventions sont prises en charge dans l'offre par période de 6 mois et incluent : • le transport et logement des agents qui interviennent ; • l'accès à un parc de pièce de rechange pour garantir le niveau de disponibilité ; • les opérations et le plan de maintenance réalisés par l'offre ainsi que la documentation associée Les interventions correctives supplémentaires sont facturées hors forfait au coût réel du déplacement et à un taux journalier clairement spécifié (cf poste 2.3.1.2 de l'annexe financière). En cas de panne nécessitant une intervention corrective sur site, la visite corrective effectuée peut se substituer à la visite de maintenance préventive annuelle si elle n'a pas encore été réalisée, sous réserve que l'ensemble des opérations de maintenance préventive prévues soit effectivement réalisée lors de cette intervention combinée corrective/préventive.	
7.1.3.2	IMP	Forfait de maintenance avec relais local pour une année pour un radar situé à Moorea L'offre comprend une proposition pour un forfait de maintenance pour un an du système radar situé à Moorea. Le système radar doit faire l'objet d'au minimum une visite de maintenance préventive par an. Les opérations de maintenance préventive comprennent a minima : • l'inspection visuelle et fonctionnelle des équipements, • le contrôle et la lubrification des systèmes mécaniques, • le nettoyage et la vérification du radôme et du guide d'ondes, • l'étalonnage et la validation des performances RF, • la vérification des systèmes électriques, de mise à la terre et de protection contre les surtensions, • les diagnostics logiciels et la vérification de l'intégrité des flux de données. Un rapport de maintenance détaillé est fourni à l'issue de chaque intervention. En cas d'incident l'offre tient compte du déclenchement d'une maintenance corrective avec des temps	Périodicité maintenance des préventives : mois Délai d'intervention pour une maintenance corrective sur site (en heures) : h Nombre d'interventions incluses dans le forfait :

	d'intervention à distance ou sur site compatibles de la cible indiquée au 7.1.1.1. Ce mode de fonctionnement peut reposer sur l'appui des équipes Météo-France locales, formés (cf poste 2.2), et capables de réaliser une partie des tâches de niveau 1 et 2 avec assistance à distance, incluant notamment : • lecture et transmission de paramètres et états du système, • redémarrage de sous-systèmes matériels ou logiciels, • remplacement de modules ou sous-ensembles interchangeables, • contrôles visuels et vérifications simples. Les interventions des équipes locales de Météo-France sont réalisées avec l'assistance à distance du fournisseur, via des moyens de communication entendues, et sous sa responsabilité (obligation de moyen Météo-France, dans la limite de quotité de temps disponible indiqué en 4.7.1.3). Si une intervention sur site reste nécessaire (réparation non possible par les équipes Météo-France), elle est réalisée dans un délai maximal de quatre (4) jours ouvrés après le diagnostic confirmant la nécessité d'une intervention sur site. Le temps d'intervention est défini comme le temps écoulé entre le moment où un incident est détecté ou signalé et le moment où l'équipe d'intervention règle effectivement le problème sur le site radar si le problème n'a pas pu être résolu à distance ou par les équipes Météo-France assistées. Le fournisseur doit démontrer sa capacité organisationnelle et logistique à respecter ces délais. Le forfait de maintenance inclus une ou plusieurs interventions sur site Les interventions sont à la charge du fournisseur par période de six (6) mois et incluent : • le transport et logement des agents qui interviennent ; • l'accès à un parc de pièce de rechange pour garantir le niveau de disponibilité ; • les opérations et le plan de maintenance réalisés par l'offre. Les correctives supplémentaires sont facturées hors forfait au coût réel du déplacement et à un taux journalier clairement spécifié (cf poste 2.3.1.3 de l'annexe financière). En cas de panne nécessitant une intervention corrective sur site, cette visite corrective peut se substituer à la visite de maintenance préventive annuelle si elle n'a pas encore été réalisée, sous réserve que l'ensemble des opérations de maintenance préventive prévues soient effectivement réalisées lors de cette intervention combinée corrective/préventive.	
--	--	--

7.1.4	IMP	Fourniture de pièces, équipements et logiciels	
7.1.4.1	IMP	Stock de pièces sur site Le fournisseur dresse annuellement la liste du stock minimal de pièces de rechange pour chacun des sites. Cette liste est adaptée à la criticité des équipements et aux contraintes logistiques propres à chaque implantation. La composition du stock proposé, les modalités de gestion, de renouvellement et de responsabilité associées sont précisées dans l'offre. Les prix et délais de disponibilités de ces pièces de rechanges sont indiqués dans l'annexe financière.	
7.1.4.2	IMP	Liste de pièces disponibles immédiatement Le fournisseur dresse annuellement la liste de pièces détachées critiques pouvant être acheminées vers chaque site sans délai d'approvisionnement, à partir de stocks existants. Les délais d'expédition, les modalités logistiques et les conditions associées sont précisés.	
7.1.4.3	IMP	Réparation, test et échange d'équipements L'offre inclut annuellement : • l'évaluation des équipements défectueux, • la réparation lorsque celle-ci est économiquement pertinente, • le remplacement ou l'échange si nécessaire, • les essais, contrôles et certifications associés. Un rapport de réparation ou d'échange est systématiquement fourni.	
7.1.4.4	IMP	Mises à niveau, gestion de l'obsolescence et des compétences Le fournisseur prévoit d'accompagner Météo-France dans : • les mises à niveau à mi-vie, • les évolutions logicielles et micro-logicielles, • la gestion de l'obsolescence matérielle, • les améliorations de stabilité, de sécurité et de performance, • la gestion des compétences des personnes intervenants. Toute modification suit un processus formalisé de gestion des changements.	
7.1.4.5	IMP	Réversibilité : La réversibilité est demandée (récupération possible des données du système radar par Météo-France à l'issue de la période de maintenance).	

Annexe A. Schéma de principe des interfaces fluides du système radar



Annexe B. Définition de l'écart type de réflectivité

Sigma : Pulse to pulse variability of reflectivity (dB)

Sigma (Σ) corresponds to standard deviation of reflectivity on a polar grid

The pulse to pulse variability of reflectivity is estimated for each pixel as the average, weighted by the value of the linear reflectivity, of the differences between the reflectivities in dBZ of couple of pulses with a 3 pulses distance for a staggered 3-prfs radar:

$$\Sigma = \frac{\sum |Z_{lin}(i)| |Z(i) - Z(i-3)|}{\sum Z_{lin}(i)}$$

where:

- I belongs to the interval of all the pulse crossing the polar pixel.
- 3 means every 3 pulse. It should be adapted according to radar prfs configuration.
- Z is dBZ reflectivity and Zlin is the linear reflectivity defined by $Z = 10 \log (Z_{lin})$

Sigma (Σ) is used in Météo-France algorithms for ground clutter identification.

Annexe C. Terrain alloué pour le système radar de Mayotte

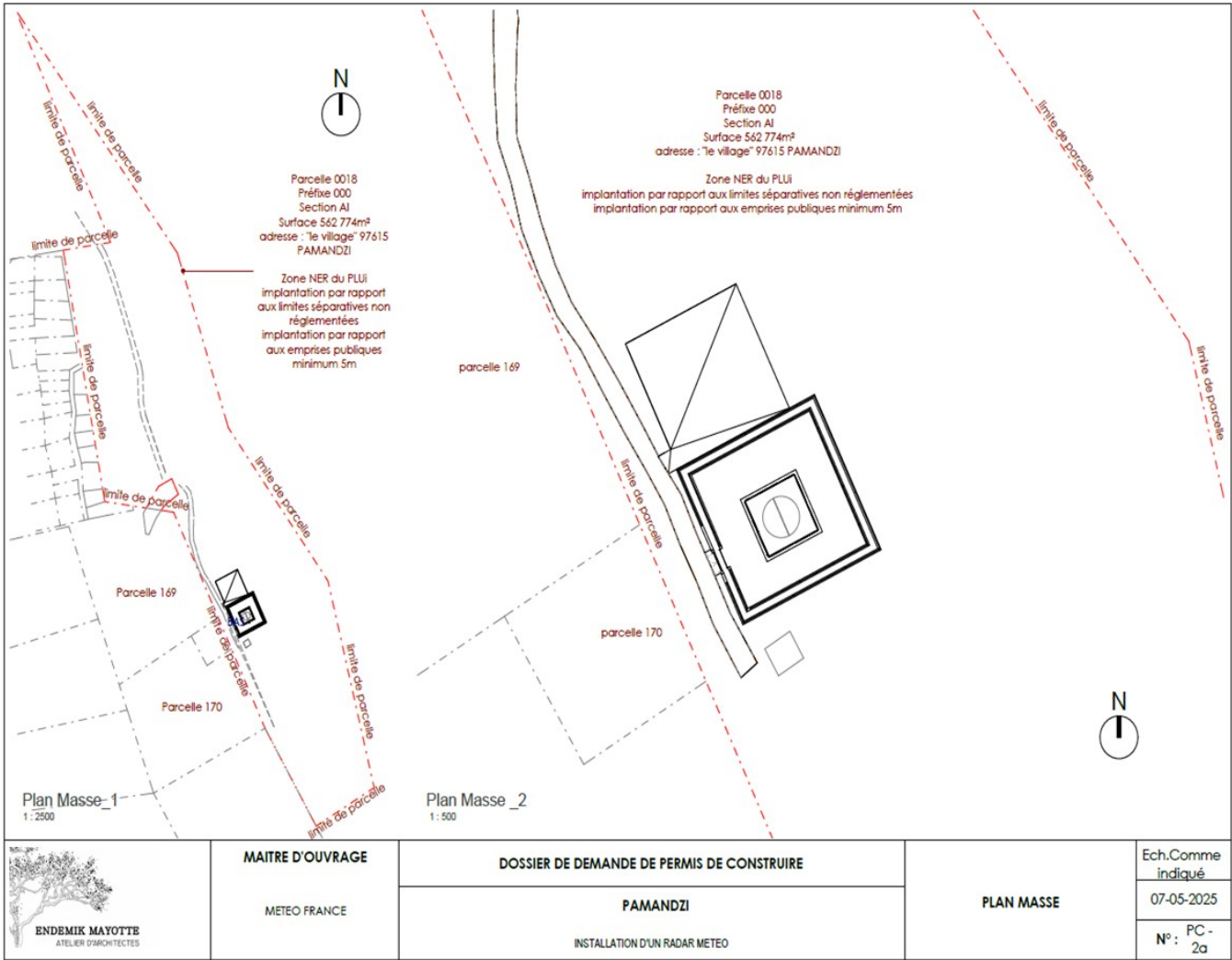


Figure 1: Plan de masse du terrain attribué pour le système radar de Mayotte (hypothèse faite ici d'une tour de 10x10m située au centre d'un terrain de 25m x 25m clôturé avec zone d'assemblage de 20 x 20m accolé).

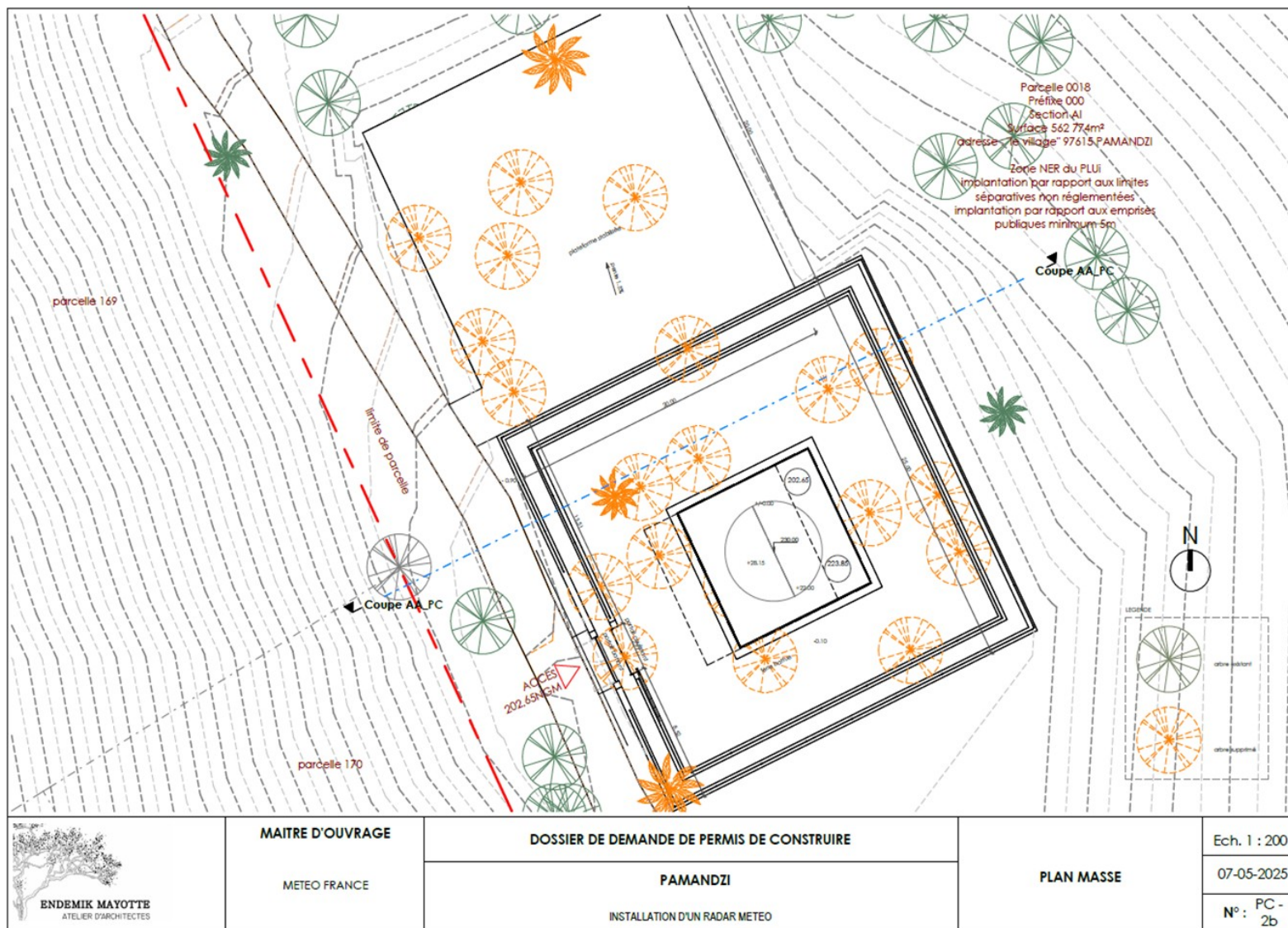


Figure 2: Plan de masse zoomé avec isohypses

Annexe D. Terrain alloué pour le système radar de Moorea

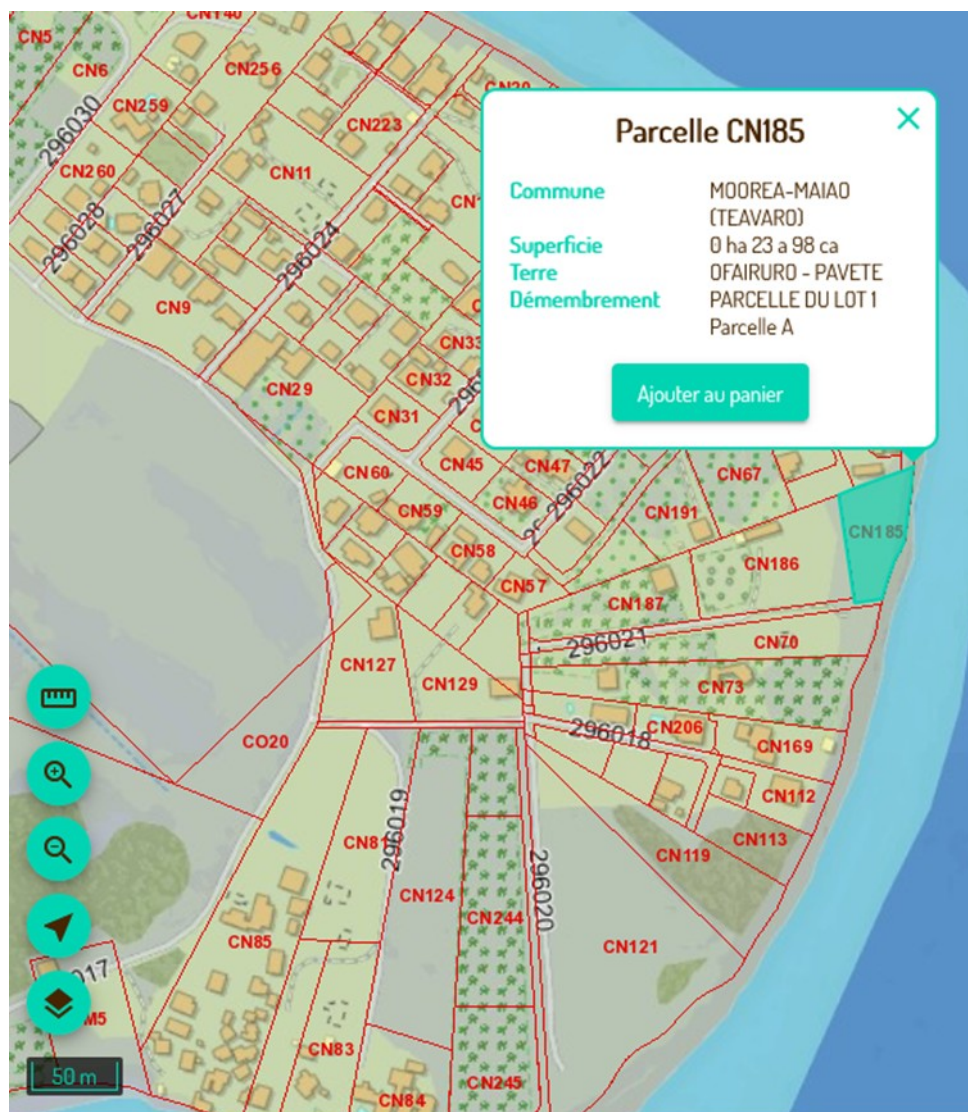


Figure 4: Parcelle cadastrales attribuée pour le système radar de Moorea (<https://www.otia.gouv.pf/>)

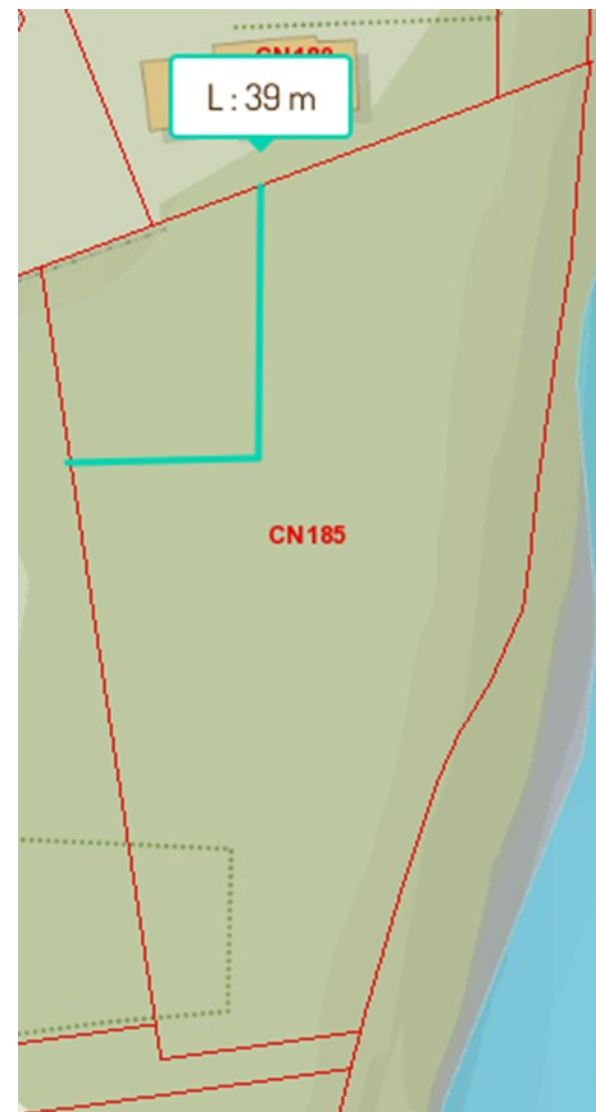


Figure 3: Emplacement du système radar envisagé sur la parcelle allouée

Annexe E. Exigence en termes de Télémaintenance pour Météo-France



EXIGENCE : Marchés de Maintenance : interventions de type Télémaintenance à l'usage des intervenants extérieurs. Modalité d'accès distant au SI de Météo-France

Processus de rattachement : MACSI

Portée principale* :MF

Liste des thèmes associés : Informatique et télécommunications, Disponibilité, SSI, Réseaux.

Cette exigence s'applique aux intervenants extérieurs, pour des interventions de type télémaintenance et doit être transmise et connue avant toute signature de contrat avec le prestataire au nom duquel sont effectuées lesdites interventions.

Dans le cadre des marchés de maintenance, dans le cas où un service de télémaintenance est proposé par le titulaire, il s'agit de faire respecter contractuellement les exigences suivantes sur les modalités d'accès distant au SI :

- protocoles http/ssh : un accès distant pourra être ouvert afin de permettre une connexion, via Internet, à des composantes de l'environnement télémaintenu. Le titulaire devra fournir l'adresse IP depuis laquelle il se connectera, les champs whois de l'adresse IP devant faire explicitement référence au titulaire.
- autres protocoles : des protocoles autres que http/ssh peuvent faciliter la télémaintenance de certains environnements ; un accès vnc ou rdp vers un poste de travail de Météo-France lui-même autorisé à accéder aux composantes de l'environnement télémaintenu par le titulaire peut être mis en place. Ce poste de travail sera accessible sous le contrôle du service de Météo-France en charge de l'exploitation de l'environnement télémaintenu (via alimentation électrique ou connectivité réseau) et pourra accueillir des logiciels facilitant cette exploitation, éventuellement fournis par le titulaire. L'accès vnc ou rdp vers ce PC se fera à travers un bastion géré par Météo-France agissant en relai vnc/rdp et enregistrant les sessions.
- un compte nominatif sera créé pour chaque utilisateur susceptible de se connecter.

- chaque utilisateur devra signer un engagement d'utilisation des ressources informatiques de Météo-France. Cet engagement dépend du type de demande (voir tableau)

- Météo-France se réserve le droit de modifier ces modalités moyennant un préavis d'une semaine.

Type de demande	Formulaire associé	Durée de sauvegarde	Lieu de sauvegarde
Accès au système d'information de Météo-France	Engagement d'utilisation des ressources informatiques de MF (VF / VA) : MF_FO_MACSI_Coord_Engagement_Extérieur	3 ans	DSI/ISI/RS/ Bureau
connexion par Internet à des machines de Météo-France, depuis une adresse IP fixe, sous la responsabilité d'un correspondant de Météo-France	Demande de connexion au réseau Météo-France : MF_FO_MACSI_Support_Gestion-AccessDistants-au-SI	3 ans	DSI/D

Exigence en termes d'intervention télémaintenance MF_EXI_MACSI_Disponibilite_Telemaintenance
Date de mise en application : 31/07/2025 Version 4 1/3

Exigence en termes d'intervention télémaintenance MF_EXI_MACSI_Disponibilite_Telemaintenance
Date de mise en application : 31/07/2025 Version 4 2/3

Annexe F. Classification des niveaux de maintenance pris en compte à Météo-France

L'organisation de référence pour les systèmes d'observation Météo-France est basée sur 5 niveaux de maintenance :

Niveau 1 :

Entretien, contrôles et inspections simples ne nécessitant pas de compétences ou d'habilitations particulières.

Niveau 2 :

Maintenance préventive simple (systématique, conditionnelle, mises à niveau)

Maintenance corrective : dépannage par mise en oeuvre de systèmes de secours sur place et réparation par échanges standards simples de pièces disponibles sur place.

Les tâches concernées font l'objet d'une formation mais ne nécessitent pas d'habilitations spécifiques.

Niveau 3 :

Maintenance préventive complexe (systématique, conditionnelle, mises à niveau)

Maintenance corrective : diagnostic, dépannage, réparation – évolution.

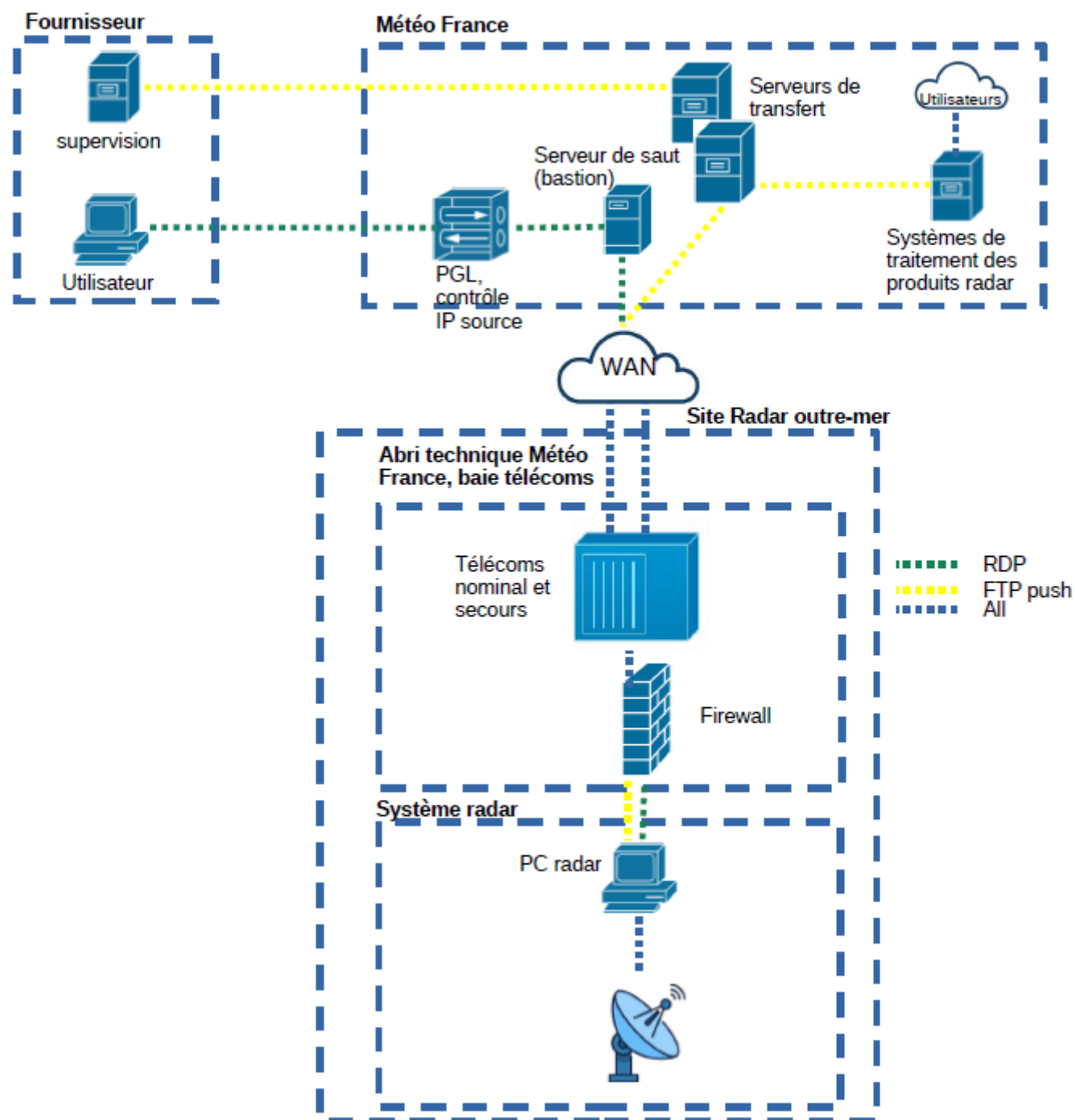
Niveau 4 :

Travaux lourds de maintenance corrective ou préventive. Évolutions importantes

Niveau 5 :

Évolutions lourdes. Rénovations complexes. Installations de nouveaux systèmes

Annexe G. Architecture de l'interface numérique du système radar



Annexe H. Résumé des documents et livrables à fournir dans l'offre

Les documents indiqués IMP doivent être impérativement inclus dans l'offre technique.

Les documents en grisé doivent être fournis au titre de la documentation technique lors de la fourniture (en préparation chantier, à l'issue de la recette site ou de l'admission définitive du système radar), ils ne sont pas formellement requis pour l'offre, toutefois des exemples sont bienvenus

Le fournisseur est vivement encouragé à compléter son offre par tout autre document technique pertinent : fiches techniques supplémentaires, rapports d'essai, etc.

Référence		Documents à fournir	
4.		Spécifications générales	
4.2.1.2	IMP	Document descriptif des principes de protection foudre du système radar	Document fourni : oui/non
5.		Spécification du système radar	
5.2.1.1	IMP	Plans et caractéristiques géométriques du radôme installé pour protéger l'aérien du radôme	Document fourni : oui/non
5.2.2.2		Schéma illustrant les marges entre le radôme et l'antenne ainsi que les équipements en rotation dans les cas de déformation du radôme <i>(il s'agit seulement de documents souhaitables, qui ne sont pas obligatoires)</i>	Document fourni : oui/non
5.2.4.2		Documentation d'entretien du radôme <i>(il s'agit seulement de documents souhaitables, qui ne sont pas obligatoires)</i>	Document fourni : oui/non
5.3.1.1 1		Rapport d'essai de la précision du pointage d'antenne <i>(il s'agit seulement de documents souhaitables, qui ne sont pas obligatoires)</i>	Document fourni : oui/non
5.7.1.2	IMP	Diagramme antenne + radôme.	Document fourni : oui/non
5.7.1.3		Diagramme de phase différentielle <i>(il s'agit seulement de documents souhaitables, qui ne sont pas obligatoires)</i>	Document fourni : oui/non
5.7.1.9		Échantillon de 10 tours d'antenne longue portée (300km) <i>(il s'agit seulement de documents souhaitables, qui ne sont pas obligatoires)</i>	Document fourni : oui/non
5.7.1.1 0		Échantillon de 10 tours d'antenne pour la détection de vitesse non-ambigue (120km) <i>(il s'agit seulement de documents souhaitables, qui ne sont pas obligatoires)</i>	Document fourni : oui/non
5.7.1.1 1		Échantillons de 10 tours d'antenne pour la détection proche du radar (zone aveugle de l'impulsion longue) (seulement si elle est différente de la procédure de mise en service).	Document fourni : oui/non
5.7.1.1 2	IMP	Image de coefficient de corrélation d'un radar EES en bande C. Distribution de fréquence normalisée correspondante avec l'échelle adaptée	Document fourni : oui/non
5.7.1.1 3	IMP	Image de déphasage différentiel d'un radar EES en bande C. Distribution de fréquence normalisée correspondante avec l'échelle adaptée	Document fourni : oui/non

5.7.1.1.4	IMP	Image de réflectivité différentielle d'un radar EES en bande C. Distribution de fréquence normalisée correspondante avec l'échelle adaptée	Document fourni : oui/non
5.8.1.1	IMP	Schéma des plans de masse et de coupe de la tour du système radar de Mayotte	Document fourni : oui/non
5.8.1.2	IMP	Schéma des plans de masse et de coupe de la tour du système radar de Moorea	Document fourni : oui/non
5.8.1.4	IMP	Images de synthèse du système radar de Moorea avec habillage et sans habillage	Document fourni : oui/non
5.8.2.1	IMP	Note justificative pour attester la capacité à respecter la continuité de la mesure pour des vents en rafale inférieures à 140km/h et pour démontrer la capacité d'intégrité du système jusqu'à des rafales de vents à 288km/h	Document fourni : oui/non
5.8.6.1	IMP	Plan de la tour et plan de fondation	Document fourni : oui/non
5.8.6.2	IMP	Documentation de montage et de maintenance de la tour	Document fourni : oui/non
5.9.6.1	IMP	Plan des abris techniques	Document fourni : oui/non
5.9.6.2		Documentation de montage et d'assemblage des abris techniques	Document fourni : oui/non
5.10.1.4	IMP	Documentation d'administration système	Document fourni : oui/non
5.10.1.5	IMP	Protocole d'exploitation informatique du système radar	Document fourni : oui/non
5.10.4.10	IMP	Manuel d'utilisation du logiciel de pilotage du radar et de production des moments polaires	Document fourni : oui/non
5.10.4.11	IMP	Fourniture des fichiers de données exemple au format ODIM HDF5 ayant permis de constituer les graphiques du 5.7	Document fourni : oui/non
5.11.1.5	IMP	Cahier de recette usine	Document fourni : oui/non
5.11.1.5	IMP	Manuel d'installation et de configuration initiale	Document fourni : oui/non
5.11.1.5	IMP	Manuel d'utilisation du radar	Document fourni : oui/non
5.11.1.5	IMP	Manuel d'utilisation du logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur	Document fourni : oui/non
5.11.1.5	IMP	Manuel de maintenance	Document fourni : oui/non
5.11.1.5	IMP	Documentation de spécifications d'interfaces du système radar	Document fourni : oui/non

5.11.1.6		Cahier de recette site	Document fourni : oui/non
5.11.1.6	IMP	Protocole d'exploitation et maintenance du système radar	Document fourni : oui/non
5.11.1.8		Exemple de manuel d'installation et de configuration initiale	Document fourni : oui/non
5.11.1.8		Exemple de manuel d'utilisation du radar	Document fourni : oui/non
5.11.1.8		Exemple de manuel d'utilisation du logiciel de contrôle et de supervision du fournisseur	Document fourni : oui/non
5.11.1.8		Exemple de manuel de maintenance	Document fourni : oui/non
5.12	IMP	Contenu de l'ensemble de pièces détachées de premier niveau	Document fourni : oui/non
5.13	IMP	Liste des outils, et accessoires, prévus pour la maintenance.	Document fourni : oui/non
5.14	IMP	Liste des appareils de mesure indépendants	Document fourni : oui/non
6.2.1.3		Planning type d'installation et mise en service du système radar	Document fourni : oui/non
6.2.1.6	IMP	Copie des démarches réglementaires engagées par le fournisseur	Document fourni : oui/non
6.3.1.1	IMP	Copie de l'attestation d'assurance Ad Valorem	Document fourni : oui/non
6.4.1.6	IMP	Support de la formation de base	Document fourni : oui/non
7.1.4.1	IMP	Liste du stock minimal de pièces de rechange	Document fourni : oui/non
7.1.4.2	IMP	Liste de pièces disponibles immédiatement	Document fourni : oui/non