

Marinemet



DESCRIPTION DU PROJET

19 avril 2016

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	3
1.1. Antécédents.....	3
1.2. Objectifs de MARINEMET	3
1.3. Résultats attendus	3
2. Description du projet	4
2.1. Équipement acquis	4
2.1.1. Équipements d'observation météorologique et océanographique	4
2.1.2. Équipements informatiques	6
2.2. Diffusion des données d'observation et classement.....	7
2.3. Produits de télédétection	7
2.4. Modèles numériques	8
2.5. Outil web de visualisation.....	9
2.6. Capacitation.....	9
3. Tableau des coûts	10
ANNEXE I. Document de conception du projet (août 2010)	11
ANNEXE II. Description technique des équipements d'observation	12
ANNEXE III. Manuel d'utilisateur du modèle SAPO.....	13
ANNEXE IV. Manuels d'utilisateur et administrateur de l'outil Web	14

1. Introduction

Ce document décrit le projet MARINEMET tel qu'il est structuré au moment de sa délivrance aux pays participants lors de la VI Conférence de Directeurs des Services météorologiques et hydrologiques de l'Afrique de l'Ouest (AFRIMET), à Nouakchott, le 20 avril 2016.

1.1. Antécédents

Dans le cadre du programme de coopération AFRIMET vis-à-vis duquel l'Espagne maintient un fonds fiduciaire chez OMM, nous avons lancé le projet pilote de météorologie maritime, MARINEMET, avec l'approbation de tous les représentants de la I Conférence des Directeurs.

Le projet commence à la réunion d'experts tenue à Dakar (Sénégal), du 27 au 29 février 2008. Lors de cette réunion, la Mauritanie, le Cap Vert, le Maroc, le Sénégal et la Côte d'Ivoire ont présenté un diagnostic de la situation dans leurs régions par rapport à la météorologie maritime, ce qui a fourni une information précieuse pour identifier leurs besoins. Les demandes de ces pays ont jeté les bases pour concevoir un projet d'amélioration des services de météorologie maritime pour soutenir la sécurité dans la mer et la gestion des pêcheries.

Lors de la II Conférence des Directeurs (Niamey, 2008), les termes de référence de MARINEMET ont été approuvés. MARINEMET a été configuré comme un projet pilote où participent quatre pays côtiers de l'ouest de l'Afrique : le Cap Vert, la Gambie, la Mauritanie et le Sénégal. En ce qui concerne l'Espagne, l'organisme public *Puertos del Estado* (PE) et l'Université de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) ont participé avec l'AEMET. Le projet est coordonné par OMM et financé entièrement par le fonds fiduciaire que l'Espagne possède dans cet organisme. À l'annexe I, il est joint le document de conception, approuvé par l'OMM au mois d'août 2010.

1.2. Objectifs de MARINEMET

L'objectif principal de MARINEMET est celui d'améliorer la capacitation en matière de météorologie marine et océanographique des Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) des pays participants ; en les dotant des outils spécifiques pour l'amélioration des produits et des services de soutien à la sécurité maritime et à la gestion des bancs de pêche. De même, nous cherchons à renforcer le Centre Météorologique Régional Spécialisé de Dakar avec le développement d'application en météorologie maritime.

1.3. Résultats attendus

Les résultats attendus du projet sont divisés en trois blocs différenciés :

1. Amélioration de la surveillance :

- Installation de 6 marégraphes ou stations au niveau de la mer et de 10 stations météorologiques automatiques avec transmission aux pays par voie téléphonique mobile et disséminés internationalement via EumetCast.
- Validation et contrôle-qualité en temps quasi réel des observations à distance face aux données sur place disponibles (stations de niveau de la mer et stations météorologiques automatiques).
- Génération de produits basiques en rapport avec le niveau de la mer : constantes de marée, niveaux moyens, extrême, hauteur de marée, etc.

2. Développement des modèles numériques de prédiction :

- Développement et opération des modèles de prédiction en météorologie maritime expérimentaux, pré-opérationnels et opérationnels.
- Validation continue en temps quasi réel des modèles expérimentaux et pré-opérationnels face aux données sur place (bouées, radars au niveau de la mer, stations météorologiques automatiques) et face aux observations par satellite (température de l'eau de la mer, vagues, thermocline,...)

3. Transfert de technologie et connaissance.

- Acquisition de 6 ordinateurs personnels pour l'exécution des modèles, 4 à installer dans les pays participants, et 2 de renfort en Espagne.
- Activités de capacitation : plan de formation pour les météorologues, prédicteurs et utilisateurs, orienté aux Services météorologiques participants.

2. Description du projet

Lors du développement du projet, quelques modifications se sont produites par rapport à la conception initiale de 2010. Nous décrivons ensuite la situation actuelle dans chacune des composantes.

2.1. Équipement acquis

2.1.1. Équipements d'observation météorologique et océanographique

Dans le but d'améliorer l'observation météorologique et océanographique, nous avons acquis et installé les équipements suivants, y compris 4 ans de maintenance et de monitoring de la part de l'entreprise Sutron, à partir du premier janvier 2014.

- **10 stations météorologiques automatiques**, mesurant les paramètres suivants :
 - Température de l'air,
 - Humidité relative,
 - Pression atmosphérique,
 - Vitesse et direction du vent,

- Précipitation,
- Rayonnement solaire et heures de soleil,
- Indications de la date, de l'heure (secondes).

Elles comprennent le logiciel pour l'acquisition de données, la gestion et les communications via GSM, GPRS-IP, Ethernet ou WI-FI.

- **6 stations de niveau de la mer** : constituées par deux capteurs de niveau de la mer, l'un principal de technologie radar et un secondaire, de pression. Sur 2 des stations, les capteurs radar installés fournissent simultanément des mesures de houle (capteur Miros). Ils ont tous la capacité de transmettre ses données via satellite aux centres internationaux de données tels que par exemple le centre global GLOSS (Global Sea Level Observing System). À présent, cette transmission est faite via AEMET- *Puertos del Estado*. Elles mesurent les variables suivantes :

- Niveau de la mer (résolution mm et intervalle d'échantillonnage 5 min)
- Houle au port ou agitation (seulement capteurs Miros)

Les équipements sont situés aux emplacements suivants, et leurs caractéristiques techniques sont décrites à l'annexe II.

STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES AUTOMATIQUES ET MARÉGRAPHES	
Sénégal	Mole3
	Carabane
	St. Louis
Cap Vert	Palmeira
	Praia
	Mindelo
Mauritanie	Mamghar
	Arkiess
	Nouadhibou
Gambie	Banjul

Légende

-  Station automatique
-  Station automatique + Marégraphe
-  Station automatique + Marégraphe Miros

2.1.2. Équipements informatiques

L'entreprise Sutron a installé deux équipements (PCs) dans chacun des 4 SMHN pour la visualisation et le stockage des données des marégraphes et des stations météorologiques automatiques.

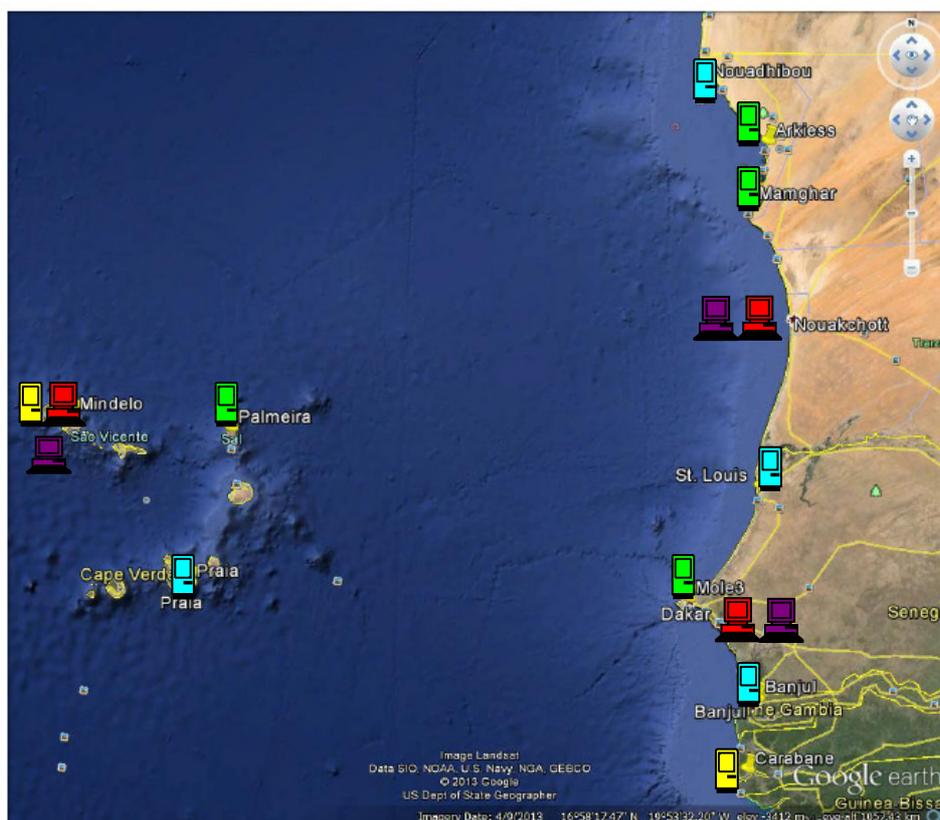
D'un autre côté, 8 PCs ont été acquis. Quatre d'entre eux ont été consacrés à exécuter les modèles numériques : eaux profondes et SAPO (cf. paragraphe 2.4), et sont distribués comme suit:

- PC1, situé à Dakar,
- PC2, situé à Nouakchott,
- PC3, situé à Mindelo,
- PC4, situé à Santa Cruz de Tenerife, qui agit comme backup.

Trois autres encore sont situés temporairement à Santa Cruz de Tenerife consacrés à la génération de produits :

- PC5, génère des produits de stations et marégraphes,
- PC6, génère des produits de satellite,
- PC7, contient l'application qui génère des produits de télédétections et qui n'est pas opérationnel (cf. paragraphe 2.3),
- PC8, héberge le concentrateur de données quand il sera transféré à Dakar.

Avec ceci, la distribution de l'équipement acquis est le suivant :



	Station automatique
	Station automatique + Marégraphe
	Station automatique + Marégraphe Miros
	Poste de prédiction (eaux profondes+SAPO)
	Concentrateur des données raw de marégraphes et EMA

2.2. Diffusion des données d'observation et classement

Les données des marégraphes et des stations météorologiques automatiques sont transmises par GPRS (excepté la station d'Arkiess, qui n'a pas de réseau), et sont reçues sur le PC, installé à cette fin dans chaque SMHN, consacré spécifiquement à la visualisation et le stockage. Chaque pays reçoit uniquement les données des stations installées dans son territoire en format raw.

De plus, les données en format raw sont envoyées aux Services centraux d'AEMET à travers EUMETCAST, qui sont reçues dans un serveur (propriété d'AEMET), où elles sont traitées, en générant les formats CREX, ESEO-XML et XML. Les bulletins CREX sont diffusés par le système international GTS. Le format ESEO-XML est envoyé aux Ports de l'État et le format XML est envoyé au serveur où est hébergé l'outil web de visualisation.

Les données des stations d'observation du niveau de la mer (niveau de la mer, houle, pression atmosphérique et vent) sont visualisées de plus dans le système de monitoring et de prédiction marine Portus, de *Puertos del Estado*, où on leur applique un contrôle de qualité en temps quasi-réel. Depuis *Puertos del Estado*, les données de niveau de la mer sont envoyées automatiquement en temps réel au portail de données associé à GLOSS, à Oostende : (Sea Level Station Monitoring Facility, IOC, UNESCO). La visualisation des données à *Puertos del Estado* est réalisée à travers des « widgets », qui ont permis leur intégration automatique dans les sites web développés spécifiquement pour chacun des centres nationaux.

Chaque pays classe ses propres données en format raw et chez AEMET une copie est classée uniquement suivant les formats traités.

Il faut souligner que lors d'une seconde phase du projet, la réception, traitement et classement de toutes les données, qui à présent est réalisé dans un serveur d'AEMET, sera réalisé dans le PC8 situé à Dakar.

2.3. Produits de télédétection

Au début, il était envisagé de développer des produits biophysiques à partir d'une constellation de capteurs par satellite multi-spectrales IR et VIS en temps quasi réel, obtenus

à travers une antenne à bande-L. L'obtention de ces produits requiert du paiement d'une licence. Cette licence a été financée pendant un an et demi, mais à cause de la difficulté qui impliquait le fait de maintenir les fournitures dans le futur, nous avons décidé de développer ces produits de télédétection à partir de données libres.

Nous avons développé une application qui calcule les produits suivants : température de l'eau de mer, de la chlorophylle et des fronts thermiques. L'application est exécutée sur le PC7. Cependant, en ce moment, ladite application n'est pas opérationnelle et ne dispose pas du code source, par conséquent sa récupération supposerait un haut coût. D'un autre côté, l'approvisionnement d'une application pourrait présenter des problèmes de maintenance à l'avenir, par conséquent, nous avons estimé plus opérationnel d'utiliser les produits du SAF-océano EUMETSAT, étant donné que tous les pays disposent d'un récepteur EUMETCAST. Par conséquent, nous avons incorporé dans l'outil de visualisation (cf. paragraphe 2.5) les produits suivants :

- Images de chlorophylle à partir de satellites de la NASA,
- Température de l'eau de mer, du SAF-océano,
- Vents marins, du SAF-océano,
- Flux de chaleur, du SAF-océano.

2.4. Modèles numériques

Une autre composante du projet est l'amélioration de la prédiction maritime, pour ce faire, nous avons développé des modèles numériques de prédiction de la houle, et nous les avons mis en marche dans les SMN du Cap Vert, de la Mauritanie et du Sénégal.

La prédiction de la houle est réalisée sur deux échelles :

- **Modèle d'échelle océanique WaveWatch III.** Il est intégré tout le bassin atlantique avec une résolution de 1° et de 2,5' pour l'entourage des archipels. Il utilise comme entrée le vent à 10 m fournit par le modèle Global Forecast System (GFS) du NCEP14. Comme sorties, il fournit des prédictions de la houle dans des eaux ouvertes et sous des conditions de contour de la houle pour les modèles portuaires.
- **Modèle à l'échelle du port.** Il est utilisé le modèle SWAN 4072 ou SAPO (Système Autonome de Prédiction de la houle, fondé sur le modèle SWAN) avec résolution de 500 m. Il utilise comme entrée le vent à 10 m du modèle GFS du NCEP, et les conditions de contour du modèle Wavewatch III. Le SAPO est un système de prédiction de la houle jusqu'à 72 heures, développé spécifiquement pour les ports et leur entourage le plus proche et tient compte de la forme d'approche des vagues jusqu'à la côte. Le modèle est poussé deux fois par jour et fournit des prédictions toutes les heures. Le manuel d'utilisateur de SAPO est inclus à l'annexe III.

Les modèles régionaux et SAPO ont été implémentés dans les nouveaux PC, acquis pour le projet, à Dakar, à Mindelo et à Nouakchott. Les 3 applications sont égales et fonctionnent comme suit : premièrement, les forçements sont déchargés (champs de vent), ensuite le modèle régional est poussé, et après les 3 modèles du port et les produits sont élaborés.

2.5. Outil web de visualisation

Les sorties des modèles numériques peuvent être visualisées depuis le serveur à travers un navigateur web. Cependant, ce navigateur consomme de la CPU, donc si l'on accède en même temps que les applications sont en train de travailler, le modèle sera ralenti. De ce fait, nous avons développé un outil web pour visualiser les sorties des modèles, les données des stations du réseau d'observation et les produits par satellite. L'outil a été conçu pour être utilisé par les prédicateurs des SMHN.

Les manuels d'utilisateur et administrateur de l'outil sont joints à l'annexe IV.

2.6. Capacitation

Nous avons réalisé les suivantes activités de capacitation :

Cours de formation en météorologie marine

- Au siège de MétéoFrance, Toulouse, entre le 22 septembre et le 9 octobre 2009, auquel assistent un représentant du Cap Vert, de Mauritanie et de Sénégal.
- Au siège de MetOffice, Exeter, au mois de mai et de juin 2010, auquel assiste un représentant de Gambie.

Cours spécialisé en météorologie marine

- À Las Palmas, du 15 au 19 octobre 2012, avec l'assistance des représentants de la Mauritanie, du Sénégal et du Cap Vert (La Gambie et le représentant du RSCM du Sénégal n'assistent pas à cause de problèmes bureaucratiques).

Cours sur place de maintenance et de gestion de l'équipement d'observation

- Au Cap Vert, donné par Sutron, entre le 21 et le 25 mai 2013, avec l'assistance de représentants de la Gambie et du Cap Vert.
- Au Sénégal, donné par Sutron, entre le **21 et le 25 mai 2013**, avec l'assistance de représentants de la Mauritanie et du Sénégal.

Formation sur l'application générée par les modèles SAPO

- À Dakar, du 27 au 31 juillet 2015.
- À Sal, du 3 au 6 novembre 2015.
- À Nouakchott, du 16 au 19 décembre 2015.

3. Tableau des coûts

Le projet a été financé entièrement par le fonds fiduciaire que l'Espagne possède dans l'OMM pour le programme AFRIMET. Son coût est ventilé comme suit :

CONCEPT	Coût (€)	%
1. Recrutement de consultants	482 620,00	32%
1.1. Développement d'application de produits marins par satellite ...	213 750,00	14%
1.2. Gestion des produits marins par satellite	52 500,00	4%
1.3. Modélisation SAPO	171 500,00	11%
1.4. Rapport de communications	8 150,00	1%
1.5. Bathymétrie	2 020,00	0%
1.6. Mise à jour et installation du modèle numérique	4 000,00	0%
1.7. Développement web, usage de prédicteurs	14 000,00	1%
1.8. Validation de données de marégraphes et EMA	16 700,00	1%
2. Licence usage antenne L (année et demi)	30 000,00	2%
3. Activités de capacitation.....	30 956,00	2%
3.1. Cours chez MétéoFrance. 3 experts (C.Vert, Sénégal et Mauritanie)	20 956,00	1%
3.2. Cours chez UKMO. 1 expert (Gambie)	10 000,00	1%
4. Acquisition et installation des équipements plus 4 ans de maintenance	946 714,71	63%
4.1. Équipement de la Mauritanie.....	201 498,86	13%
4.2. Équipement du Cap Vert	307 471,70	21%
4.3. Équipement de la Gambie	116 593,29	8%
4.4. Équipement du Sénégal	311 250,86	21%
4.3. Ordinateurs pour les SAPO	9 900,00	1%
5. Voyages	6 800,00	
5.1. Réunions à Madrid	800,00	
5.2. Installation des modèles au Sénégal	2 000,00	
5.3. Installation des modèles au Cap Vert	2 000,00	
5.4. Installation des modèles en Mauritanie	2 000,00	
TOTAL	1 497 090,71	

Marinemet



Puertos del Estado

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



Conférence des Directeurs des Services
météorologiques et hydrologiques
nationaux de l'Afrique de l'Ouest

ANNEXE I. Document de conception du projet (août 2010)

Marinemet



Puertos del Estado



Conférence des Directeurs des Services
météorologiques et hydrologiques
nationaux de l'Afrique de l'Ouest

ANNEXE II. Description technique des équipements d'observation

Marinemet



Puertos del Estado

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



Conférence des Directeurs des Services
météorologiques et hydrologiques
nationaux de l'Afrique de l'Ouest

ANNEXE III. Manuel d'utilisateur du modèle SAPO

Marinemet



Puertos del Estado



Conférence des Directeurs des Services
météorologiques et hydrologiques
nationaux de l'Afrique de l'Ouest

ANNEXE IV. Manuels d'utilisateur et administrateur de l'outil Web