

Projet

SINAPSI

asSistance à la NAVigation pour un accès aux Ports en Sécurité



ACTIVITÉ T1.2 : MISE EN ŒUVRE DE LA PLATEFORME ICT

PRODUIT T1.2.2 : LIGNES DIRECTRICES POUR L'INTEROPÉRABILITÉ DES DONNÉES

Partenaire responsable: CNR-ISMAR

Partenaires contributeurs: UNIGE, UTLN, ADSP-MTS, LaMMA, ERI, CCI VAR

Nom du produit	Édité par :	Validé par :
T1.2.2 - Lignes directrices pour l'interopérabilité des données	Lorenzo Corgnati, Carlo Mantovani, Andrea Lira Loarca, Anna Reboa, Anne Molcard, Stefano Taddei, Ivano Toni, Bartolomeo Doronzo	Laura Cutroneo, Giovanni Besio, Marco Capello

Index

1. <i>Sommaire</i>	1
2. <i>Introduction</i>	1
3. <i>État actuel des jeux de données du projet SINAPSI</i>	3
3.1 Données sur les courants de surface de la mer acquises par le radar HF	3
3.2 Données acquises avec ADCP	9
3.3 Données provenant de modèles numériques	16
4. <i>État de l'art et recommandations de la communauté internationale</i>	19
4.1 Données sur les courants de surface de la mer acquises par le radar HF	19
4.2 Données acquises avec ADCP	21
4.3 Données provenant de modèles numériques	22
5. <i>Analyse des lacunes et propositions d'action</i>	24
5.1 Données sur les courants de surface de la mer acquises par le radar HF	24
5.2 Données acquises avec ADCP	25
5.3 Données provenant de modèles numériques	27
6. <i>Conclusions</i>	27
7. <i>Bibliographie</i>	28

1. Sommaire

Le projet SINAPSI comprend la définition et la prédiction des conditions météomarines (champs de courant et mouvement des vagues) à proximité et à l'intérieur des zones portuaires grâce à des observations directes et indirectes et à la modélisation numérique à haute résolution des zones portuaires concernées par le projet (Toulon, Gênes, La Spezia, Livourne et Piombino). L'objectif est de fournir aux autorités maritimes, aux autorités portuaires, aux pilotes et aux capitaines de navires un outil ITC transfrontalier capable de fournir des informations sur les conditions de mer dans et autour des zones portuaires. Cet outil facilite la planification et la mise en œuvre des approches et des manœuvres portuaires par les navires, contribuant ainsi à réduire les risques d'accidents et à accroître la sécurité et l'efficacité des opérations portuaires.

Les données couvertes sont, dans l'ordre, des mesures de courant de surface effectuées par un radar à haute fréquence (HFR), des mesures de la vitesse du courant et des paramètres du champ d'ondes obtenues par un profileur de courant acoustique à effet Doppler (ADCP) et une simulation du courant et du champ d'ondes produite par des modèles numériques.

Ce document a pour but de cataloguer les données décrites ci-dessus, qu'elles résultent de l'acquisition de plates-formes d'observation ou de la modélisation numérique, de les regrouper par type et de décrire leur statut par rapport aux principales conventions et directives internationales en matière d'interopérabilité et d'accès.

Sur la base de cette analyse, le document décrit les écarts, en termes d'interopérabilité et de respect des normes, entre chaque type de données disponibles pour le projet et les exigences des conventions et directives régissant ce type de données particulier.

Enfin, le document décrit les actions nécessaires pour mettre chaque type de données du projet en conformité avec les exigences des directives et conventions susmentionnées.

Ainsi, ce document est proposé comme un vade-mecum pour les opérations de production des jeux de données nécessaires au développement de la plateforme ITC visée par le projet.

2. Introduction

Ces dernières années, le programme Interreg Italie-France Maritime 2014-2020 a soutenu, à travers des projets tels que SICOMAR, IMPACT, SICOMAR-Plus, des investissements pour la création et l'extension d'un réseau de surveillance océanographique partagé dans la zone de coopération transfrontalière entre l'Italie et la France. De nombreux organismes (dont plusieurs partenaires de SINAPSI) ont collaboré afin d'améliorer ce système d'observation de manière

PRODUIT T1.2.2

coordonnée et afin d'obtenir une plus grande couverture géographique et une plus grande intégration dans les mesures de données océanographiques utiles pour améliorer la connaissance de l'état de la mer.

Le projet SINAPSI représente une contribution supplémentaire dans cette direction, ayant réalisé l'extension et l'intégration du réseau transfrontalier de surveillance des caractéristiques physiques de la mer (telles que les courants, les vagues et le vent) à la fois avec des technologies traditionnelles (ADCP, ondemètres et drifter) et avec des instruments innovants (radars côtiers), avec un accent particulier sur les zones portuaires.

Le projet SINAPSI comprend également la création d'un outil en ligne pour la représentation et la prévision des conditions hydrodynamiques et météorologiques locales (vent, vagues et courants à grande échelle) alimentées à la fois directement par les données acquises par le système d'observation et par les sorties des modèles numériques à haute résolution de la circulation portuaire intérieure. Les modèles numériques bénéficient à leur tour des mêmes données observées lors de la calibration et de la validation.

Cet outil ITC doit permettre différents niveaux d'accès en fonction des priorités opérationnelles dans la zone portuaire et doit être de nature multi-dispositifs pour permettre la visualisation de l'état de la mer à partir de tout type de dispositif (mobile, PC, tablette), rendant les informations développées disponibles également aux plaisanciers et aux opérateurs non commerciaux.

La création d'une plateforme de ce type doit nécessairement s'appuyer sur une base de données uniforme, avec une description adéquate tant des caractéristiques des instruments qui les ont générées que des informations annexes des données elles-mêmes. Cette uniformité permet en effet d'archiver les jeux de données dans des structures internationalement reconnues qui, grâce à l'adoption de conventions particulières relatives aux mécanismes de distribution des données, permettent un archivage et une conservation à long terme, ainsi qu'un accès pour les utilisateurs humains et les outils informatiques.

Les sections suivantes proposent donc, sur la base d'une analyse de l'état de l'art, des lignes directrices pour produire des métadonnées significatives pour les données SINAPSI et pour générer des jeux de données dans des formats standard et interopérables, conformément aux principales conventions et directives qui guident et réglementent les normes internationales d'interopérabilité et d'accès.

3. État actuel des jeux de données du projet SINAPSI

Cette section présente les jeux de données mis à disposition dans le cadre du projet SINAPSI et décrit leur niveau d'interopérabilité, c'est-à-dire le format des fichiers, l'utilisation éventuelle de conventions et de normes, et la manière d'y accéder.

Ces données seront utilisées comme données d'entrée pour la plateforme ITC d'aide à la décision pour une navigation sûre à proximité des ports.

3.1 Données sur les courants de surface de la mer acquises par le radar HF

Mer Ligure et Port de Gênes

L'Institut des Sciences Marines du Conseil National de la Recherche (CNR-ISMAR) gère un réseau de radars à haute fréquence (HFR), appelé HFR-TirLig et composé de 5 stations de mesure radiale situées au phare de Viareggio (station VIAR), au phare de l'île de Tino (station TINO), à Monterosso al Mare à Punta Corone (station PCOR), au phare de Portofino (station PFIN), dans la ville de Celle Ligure le long de la Via Aurelia (station LIGW). Les cinq systèmes sont de type Codar SeaSonde et fonctionnent aux fréquences de 26.275 MHz (stations VIAR, TINO, PCOR) et 13,5 MHz (stations PFIN et LIGW). Dans le cadre du projet SINAPSI, le réseau HFR-TirLig sera encore étendu avec l'achat et l'installation de deux stations de mesure radiale supplémentaires dans la zone du port de Gênes.

Comme produit principal, le réseau HFR-TirLig fournit des mesures horaires de la vitesse radiale du courant sur une couverture spatiale d'environ 45 km de la côte. Les mesures résultantes sont automatiquement synchronisées avec le serveur central de calcul du nœud européen HFR (voir section 4.1), qui combine automatiquement les champs horaires de vitesse radiale en champs horaires de vitesse totale, applique des procédures de contrôle de qualité sur les données radiales et totales et convertit les champs radiaux et totaux au format netCDF.

Les champs de vitesse radiale et totale résultants ont une résolution temporelle d'une heure, sont disposés sur une grille cartésienne bidimensionnelle avec une résolution spatiale de 1,5 km et fournissent une couverture spatiale totale d'environ 4 000 km carrés.

Les variables principales sont les composantes U et V de la vitesse radiale et totale du courant marin de surface et ont une précision de 0,02 m/s.

Les procédures de contrôle de qualité appliquées automatiquement aux données de courant radial sont les suivantes :

- Contrôle syntaxique
- Essai au dessus de l'eau
- Seuil de vélocité
- Dérivée temporelle
- Filtre médian
- Roulement radial moyen
- Compte radial

Les procédures de contrôle de qualité appliquées automatiquement aux données de courant total sont les suivantes :

- Contrôle syntaxique
- Seuil de vélocité
- Dérivée temporelle
- Seuil du GDOP
- Seuil de densité des données

Les procédures de CQ et le format des données appliquées aux jeux de données du réseau HFR-TirLig sont décrits en détail dans la section 4.1 de ce document.

Les jeux de données produits par le réseau HFR-TirLig sont entièrement basés sur des métadonnées et respectent les conventions et directives internationales suivantes : CF-1.6, Copernicus-InSituTAC-FormatManual-1.41, Copernicus-InSituTAC-SRD-1.5, Copernicus-InSituTAC-ParametersList-3.2.0, OceanSITES Manual 1.2, SeaDataNet_1.0, INSPIRE.

Ces jeux de données sont disponibles en temps quasi réel (Near Real Time - NRT) et en séries temporelles par le biais des catalogues THREDDS (Thematic Real-time Environmental Distributed Data Services) à l'adresse http://150.145.136.27:8080/thredds/HF_RADAR/TirLig/TirLig_catalog.html et par le biais du portail de distribution du Copernicus Marine Environment Monitoring Service In Situ Ocean TAC (CMEMS-INSTAC) à l'adresse <http://www.marineinsitu.eu/>.

Les données sont librement accessibles sous une licence Creative Commons Attribution 4.0 pour la visualisation, le téléchargement, la distribution (WMS, WCS) et les services de sous-ensembles.

Les deux nouvelles stations de mesure radiale, qui constituent le principal investissement du projet SINAPSI et qui seront installées à proximité de la zone portuaire de Gênes, élargiront la



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA



SINAPSI

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

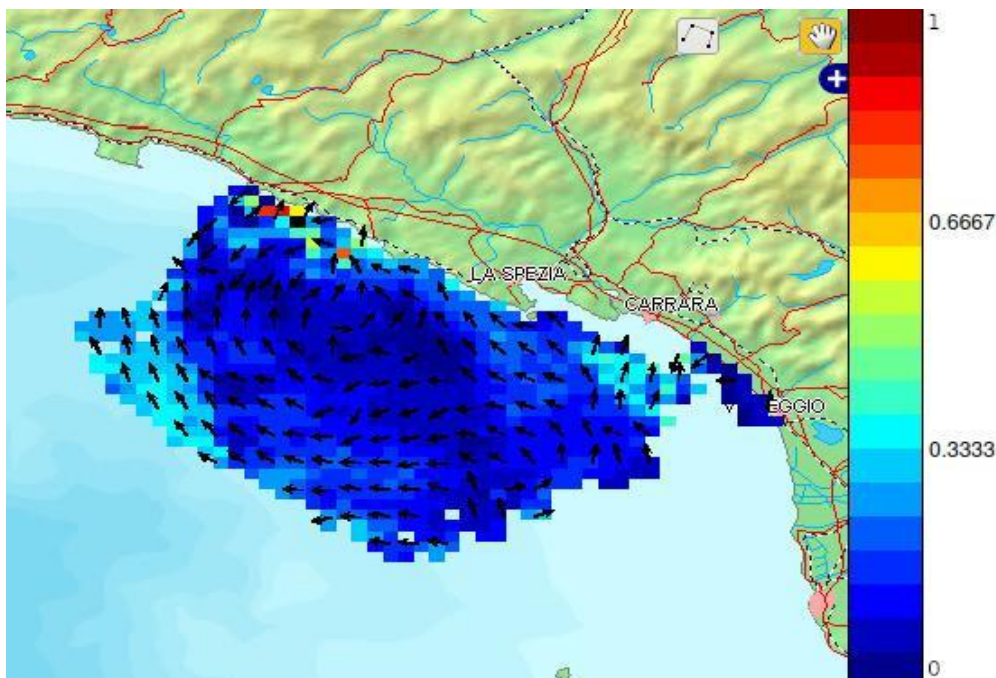
Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

PRODUIT T1.2.2

couverture spatiale du réseau HFR-TirLig. Les mesures de vitesse radiale du courant de surface qu'elles fournissent contribueront au processus de combinaison pour l'obtention des champs de vitesse totale. Ces nouvelles données seront intégrées dans le flux de traitement déjà en place pour le réseau HFR-TirLig et auront donc toutes les caractéristiques décrites ci-dessus.

Les deux nouvelles stations fourniront également, chacune indépendamment, des mesures de la hauteur significative des vagues, de la période moyenne, de la période de pointe et du spectre unidirectionnel du champ d'ondes sur une grille ayant une résolution radiale de 1 km, une résolution angulaire de 5° et une résolution temporelle de 1 heure. Enfin, à un point où les deux champs de mesure se chevauchent, les deux stations seront en mesure de fournir le spectre directionnel complet du champ d'ondes.

Actuellement, il n'existe pas de format standard européen pour les données sur les paramètres du champ d'onde dérivées des mesures radar HF. Par conséquent, les données sur les vagues fournies par les deux nouvelles stations ne seront pas, du moins dans un premier temps, traitées pour le contrôle de la qualité ni accompagnées de métadonnées spécifiques et n'adhéreront donc pas aux conventions ou directives internationales en matière d'interopérabilité. Ces données seront toutefois mises à disposition en libre accès via l'infrastructure informatique du CNR-ISMAR.



Champ de vitesse total produit par le réseau HFR-TirLig (4 octobre 2021 h21). La barre de couleur exprime les vitesses en m/s.

Mer Tyrrhénienne, Port de Livourne et Port de Piombino

Le consortium LaMMA exploite un réseau de radars à haute fréquence (HFR), appelé HFR-LaMMA et composé de 5 stations de mesure radiale situées à San Vincenzo (station SVIN), Livourne (station LIVO), le phare de l'île de Tino (station TINL), Castiglione della Pescaia (station CAST) et Piombino (station PIOM). Les cinq systèmes sont de type Codar SeaSonde et fonctionnent à une fréquence de 13,5 MHz.

Comme produit principal, le réseau HFR-LaMMA fournit des mesures horaires de la vitesse radiale du courant sur une couverture spatiale d'environ 70 km de la côte. Les mesures résultantes sont automatiquement synchronisées avec le serveur central de calcul du nœud européen HFR (voir section 4.1), qui combine automatiquement les champs horaires de vitesse radiale en champs horaires de vitesse totale, applique des procédures de contrôle de qualité sur les données radiales et totales, et convertit les champs radiaux et totaux au format netCDF.

Les champs de vitesse radiale et totale résultants ont une résolution temporelle d'une heure, sont disposés sur une grille cartésienne bidimensionnelle avec une résolution spatiale de 1,5 km et fournissent une couverture spatiale d'environ 10.000 km carrés.

Les principales variables sont les composantes U et V de la vitesse radiale et totale du courant marin de surface et ont une précision de 0,02 m/s.

Les procédures de contrôle de qualité appliquées automatiquement aux données de courant radial sont les suivantes :

- Contrôle de la syntaxe
- Essai de survol de l'eau
- Seuil de vitesse
- Dérivée temporelle
- Filtre médian
- Roulement radial moyen
- Comptage radial

Les procédures de contrôle de qualité appliquées automatiquement aux données de courant total sont les suivantes :

- Contrôle syntaxique
- Seuil de vitesse
- Dérivée temporelle

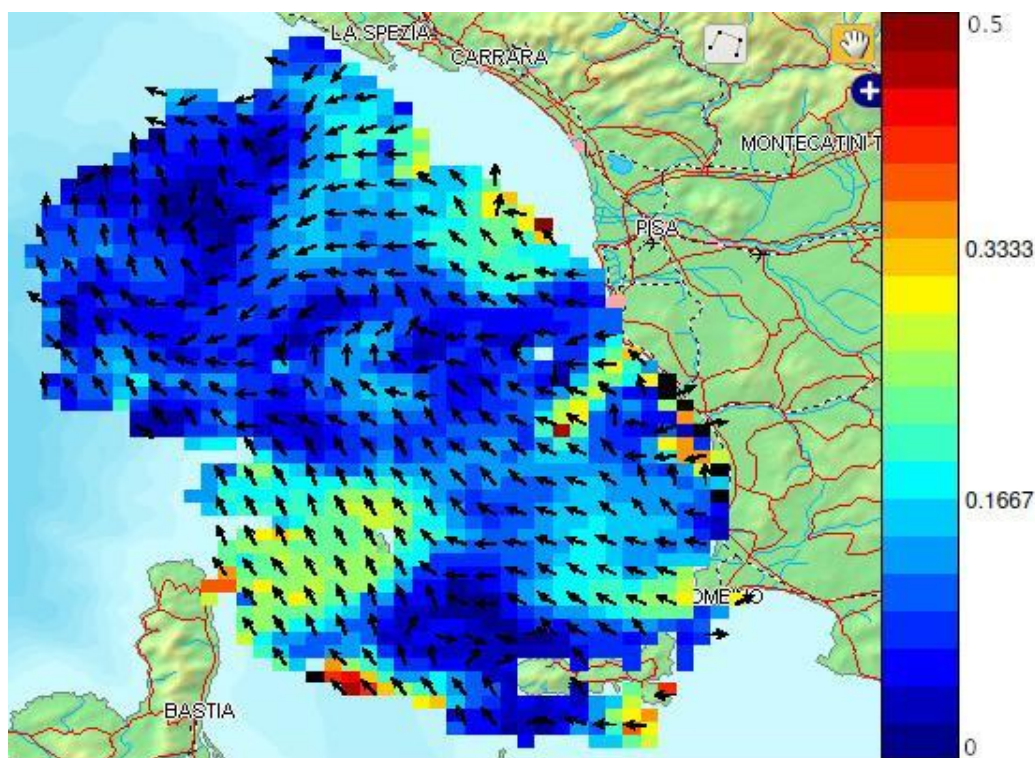
- Seuil du GDOP
- Seuil de densité des données

Les procédures de CQ et le format des données appliquées aux jeux de données du réseau HFR-LaMMA sont décrits en détail dans la section 4.1 de ce document.

Les jeux de données produits par le réseau HFR-TirLig sont entièrement basés sur des métadonnées et respectent les conventions et directives internationales suivantes : CF-1.6, Copernicus-InSituTAC-FormatManual-1.41, Copernicus-InSituTAC-SRD-1.5, Copernicus-InSituTAC-ParametersList-3.2.0, OceanSITES Manual 1.2, SeaDataNet_1.0, INSPIRE.

Ces jeux de données sont archivés à la fois en temps quasi réel (NRT) et en séries historiques dans les catalogues THREDDS (Thematic Real-time Environmental Distributed Data Services) du nœud européen HFR, qui permettent un accès par le biais de services de visualisation, de téléchargement, de distribution (WMS, WCS) et de sous-ensembles. A partir de ces catalogues, les jeux de données du réseau HFR-LaMMA ne sont disponibles que sur demande. Les données sont en revanche accessibles sur le géoportail du Consortium LaMMA, accessible au lien:

<https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/MapStore/public/>



Champ de vitesse totale produit par le réseau HFR-LaMMA (22 avril 2021 h00). La barre de couleur exprime les vitesses en m/s.

Mer Ligure et Port de Toulon

L'Institut Océanographique de la Méditerranée (IOM) de l'Université de Toulon exploite un réseau de radars haute fréquence (HFR), appelé HFR-MedTln, composé de 3 stations situées à Bénat (station WBEN), Peyras (station WPEY) et Porquerolles (station WPOR). Les trois systèmes sont de type WERA (fabriqués par Helzel GmbH) et fonctionnent à une fréquence de 16,175 MHz.

Ce réseau fonctionne dans une configuration multistatique avec 2 émetteurs (WPOR et WPEY) et 2 récepteurs (WBEN et WPEY) répartis sur les trois sites. Avec cette configuration, le réseau produit 3 composantes elliptiques et 1 composante radiale des vecteurs de courant de surface. Grâce à un traitement spécifique de ces composantes basé sur la méthode de recherche de direction, on obtient 4 composantes projetées du vecteur courant, en fonction de la combinaison émetteur-récepteur choisie (WPEY-WPEY, WPEY-WBEN, WPOR-WBEN, WPOR-WPEY). Une description complète de cette configuration de réseau et du traitement spécifique peut être trouvée dans Guérin et al., 2019.

Comme produit principal, le réseau HFR-MedTln fournit des champs de vitesse totale obtenus à partir des combinaisons WPEY-WPEY et WPOR-WBEN.

Les champs de vitesse ainsi produits ont une résolution temporelle de 1 heure, sont disposés sur une grille cartésienne bidimensionnelle avec une résolution spatiale de 1 km et réalisent une couverture spatiale d'environ 3.000 km carrés.

Les variables principales sont constituées des composantes U et V de la vitesse totale du courant marin de surface et ont une précision d'environ 0,02 m/s.

Les champs de vitesse produits par le réseau HFR-MedTln ne sont actuellement pas traités avec des procédures de contrôle de qualité, ne sont pas accompagnés de métadonnées spécifiques et, par conséquent, ne sont pas conformes aux conventions et directives internationales.

Ces jeux de données sont archivés au format netCDF à la fois en temps quasi réel (Near Real Time - NRT) et en séries historiques et peuvent être visualisés et consultés sur demande au lien suivant: <http://hfradar.univ-tln.fr/HFRADAR/squel.php?content=accueil>.



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

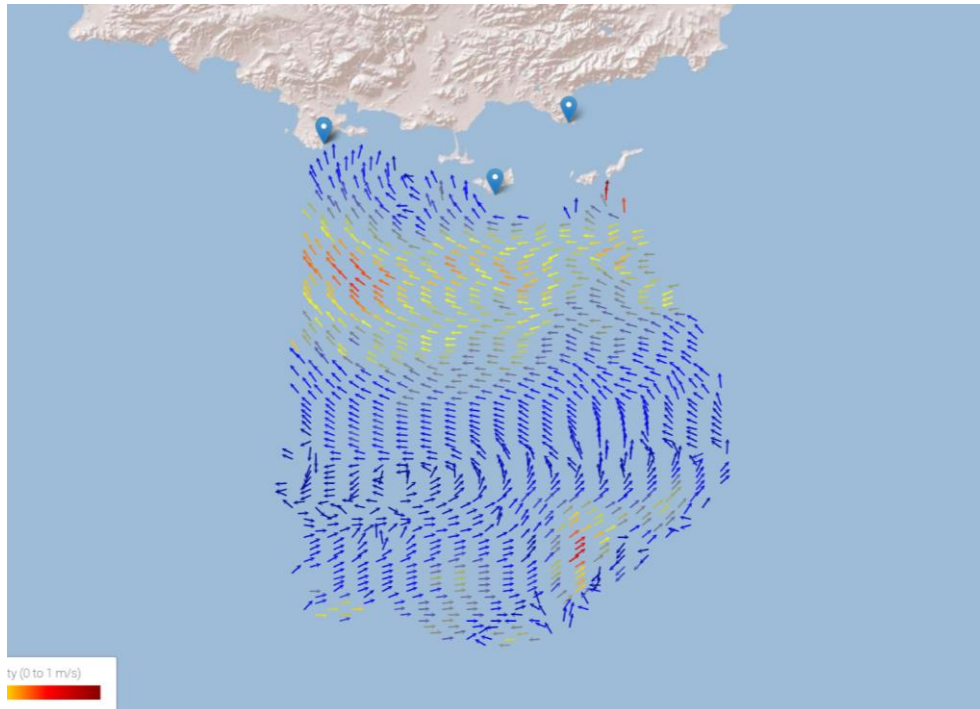


SINAPSI

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

PRODUIT T1.2.2



Champ de vitesse totale produit par le réseau HFR-MedTIn (3 octobre 2021 23h40).

3.2 Données acquises avec ADCP

Port de Gênes

DISTAV de l'Université de Gênes (UniGE) s'occupe de l'installation de 3 profileurs de courant acoustiques Doppler horizontaux (H-ADCP) à l'intérieur du Port de Gênes, dans la zone comprise entre l'entrée est et le canal de Sampierdarena. Les trois instruments, de l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (ADSP-MLO), sont du type Workhorse H-ADCP de Teledyne RD Instruments et fonctionnent à une fréquence de 300 kHz.

Ces courantomètres ont déjà été utilisés pour la surveillance continue des courants pendant le dragage du Port de Gênes de 2009 à 2014. Dans le cadre du projet SINAPSI, les compteurs de courant seront installés à l'entrée est, dans le bassin d'évolution et à l'entrée est du canal Sampierdarena.

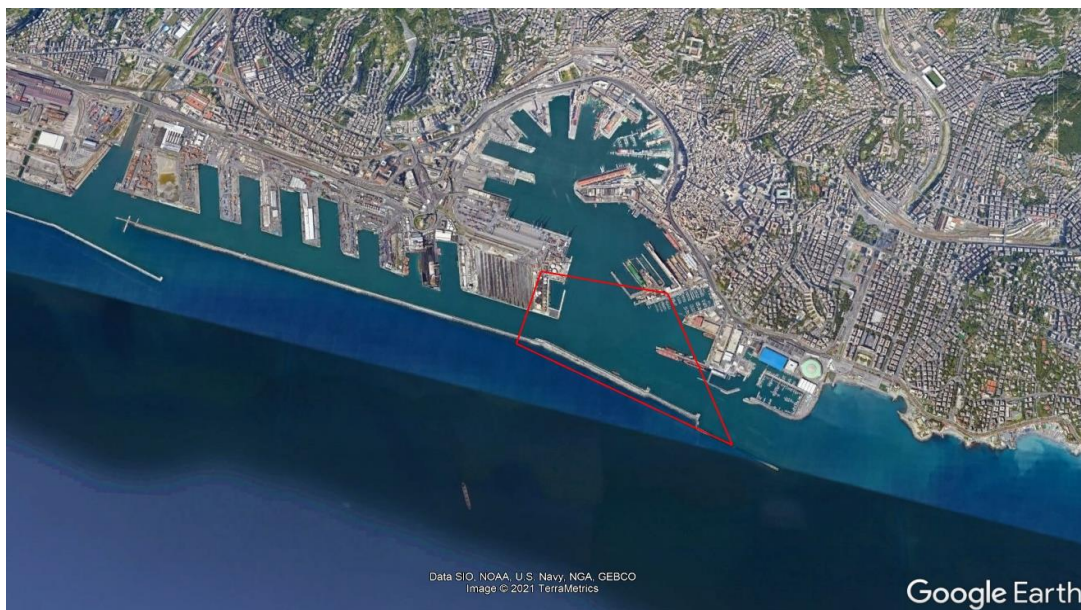
Les trois systèmes H-ADCP fournissent des mesures des composantes U et V, de l'intensité et de la direction du courant marin le long de profils horizontaux et seront positionnés à une profondeur d'environ 7 m au moyen de structures montées sur le brise-lames et alimentées par des panneaux solaires. L'extension de ces profils est d'environ 100 m du point de mesure.

PRODUIT T1.2.2

Les mesures ainsi produites ont une résolution temporelle comprise entre 15 et 30 minutes et les données seront transmises via le système GSM.

Les données fournies par les H-ADCP ne sont pas traitées selon des procédures de contrôle de qualité, ni accompagnées de métadonnées spécifiques et, par conséquent, ne respectent pas les conventions et les lignes directrices internationales.

Dans la configuration actuelle, ces jeux de données seront disponibles à la fois en temps réel et en séries historiques et seront accessibles via une application spécifique et un site web dédié.



Zone d'installation de l'H-ADCP dans le port de Gênes (polygone rouge).

Port de Livourne et Port de Piombino

L'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale (AdSP-MTS), dans le cadre du projet SINAPSI, a lancé un appel d'offres pour l'achat de deux houlographes-correntomètres à installer dans les ports de Livourne et de Piombino. Le lauréat de l'appel d'offres est la société Codevintec, qui installera les instruments avant le 28 février 2022.

Plus précisément, deux instruments ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) seront installés dans les ports de :

- Livourne : environ 100 m à l'extérieur du brise-lames, à une profondeur comprise entre 15 et 30 m ;

PRODUIT T1.2.2

- Piombino : à la base de l'ancienne plate-forme Enel, à une profondeur comprise entre 20 et 30 mètres.

Les deux ADCP fournis par la société Codevintec sont identiques, modèle RDI Sentinel V20, fonctionnent à une fréquence de 1.000 kHz (optimale pour les profondeurs auxquelles ils seront installés) et un sera installé par port. Le modèle de profil actuel comporte un réseau de cinq transducteurs : quatre d'entre eux génèrent des faisceaux inclinés de 20° à 90° les uns par rapport aux autres, tandis qu'un cinquième faisceau transmet verticalement à 0°. Le cinquième faisceau intégré fournit une troisième mesure de la vitesse verticale et une cinquième plage pour la mesure de la surface, ce qui permet une redondance des données pour le contrôle des erreurs et l'optimisation des mesures.

Les deux instruments fournissent des mesures de l'intensité et de la direction du courant marin, de la hauteur et de la direction des vagues, et de la température de l'eau le long de profils verticaux s'étendant sur environ 30 m à partir du point de mesure. Les mesures ainsi produites ont une résolution temporelle comprise entre 15 et 50 minutes. La plage de vitesse maximale est de 20 m/s, avec une résolution de 0,1 cm/s et une précision de $\pm 0,3$ cm/s.

Les levés Wave Array sont réalisés à l'aide de la technique Wave Array, qui utilise jusqu'à 32 points de mesure et permet de caractériser le mouvement des vagues comme une combinaison complexe d'ondes directes, réfléchies et réfractées. Le profil maximal mesurable dépend de la période de la vague à mesurer. Cette instrumentation peut mesurer des vagues jusqu'à 35 m (y compris la hauteur des vagues), avec une période d'échantillonnage allant de 1 Hz à 0,03 Hz.

Les données fournies par les ADCP ne sont pas traitées selon des procédures de contrôle de la qualité, ni accompagnées de métadonnées spécifiques et, par conséquent, elles ne respectent pas les conventions et les lignes directrices internationales.

Dans la configuration actuelle, ces jeux de données seront disponibles au format NMEA tant en temps réel qu'en séries historiques et pourront être consultés via la plateforme MONICA, joignable à l'adresse <https://www.monicapmslivorno.eu/>. La plateforme MONICA, développée par l'AdSP-MTS, est la plateforme de référence de l'autorité pour le suivi et le contrôle du port. Les deux ADCP alimenteront la plateforme en intégrant d'autres informations à celles déjà présentes dans le système, offrant à l'AdSP MTS la possibilité d'offrir un service de surveillance des eaux entourant le port de Livourne et le port de Piombino, au profit de la sécurité de la navigation.

Le Consortium LaMMA contribue à la surveillance par des campagnes de mesures répétées d'une durée d'environ 3 à 6 mois chacune, réalisées à l'aide de deux systèmes ADCP achetés dans le cadre du projet SINAPSI.

PRODUIT T1.2.2

Les deux ADCP sont fournis au Consortium par la société iSat et sont fabriqués par la société norvégienne Nortek, spécialisée dans la production d'équipements sous-marins pour la mesure des courants marins et des vagues.

Tous deux font partie de la série AWAC et fonctionneront à deux fréquences différentes : le premier, fonctionnant à une fréquence de 600 kHz, est capable de créer un profil de courant allant jusqu'à 50 mètres et convient pour un déploiement à des profondeurs allant jusqu'à 60 mètres ; le second, fonctionnant à une fréquence de 1.000 kHz, convient pour acquérir un profil allant jusqu'à 30 mètres et pour un déploiement à des profondeurs allant jusqu'à 35 mètres.

Les modèles choisis utilisent tous deux trois faisceaux inclinés à 120° pour mesurer les composantes de vitesse des courants et un 4ème faisceau vertical optimisé pour détecter les paramètres de mouvement des vagues.

En particulier, les deux instruments fournissent des mesures des composantes U et V du courant marin dans les différentes cellules qui composent le profil vertical, ainsi que des conditions de surface de la mer, telles que la hauteur, la direction, la période des vagues et la composition spectrale relative.

Dans la configuration actuelle, les instruments génèrent des données de sortie au format ASCII Nmea, avec une résolution temporelle de 30 minutes ; celles-ci seront stockées et, si nécessaire, accessibles ultérieurement sur demande à la fin des campagnes de mesure.

Les données fournies par les ADCP ne sont pas accompagnées de métadonnées ou de procédures spécifiques de contrôle de la qualité conformes aux conventions et directives internationales.



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

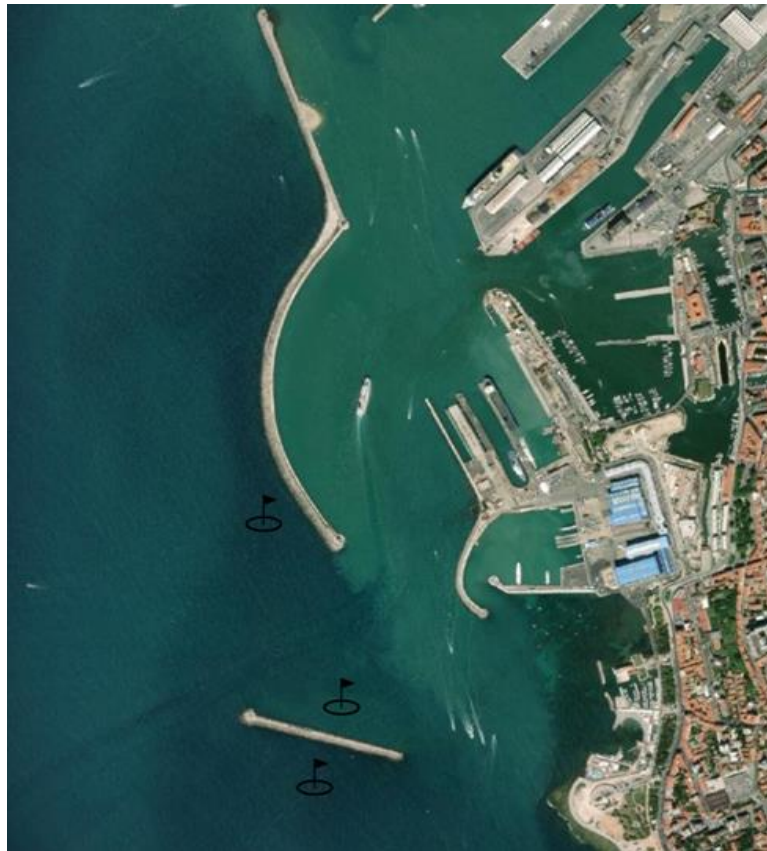


SINAPSI

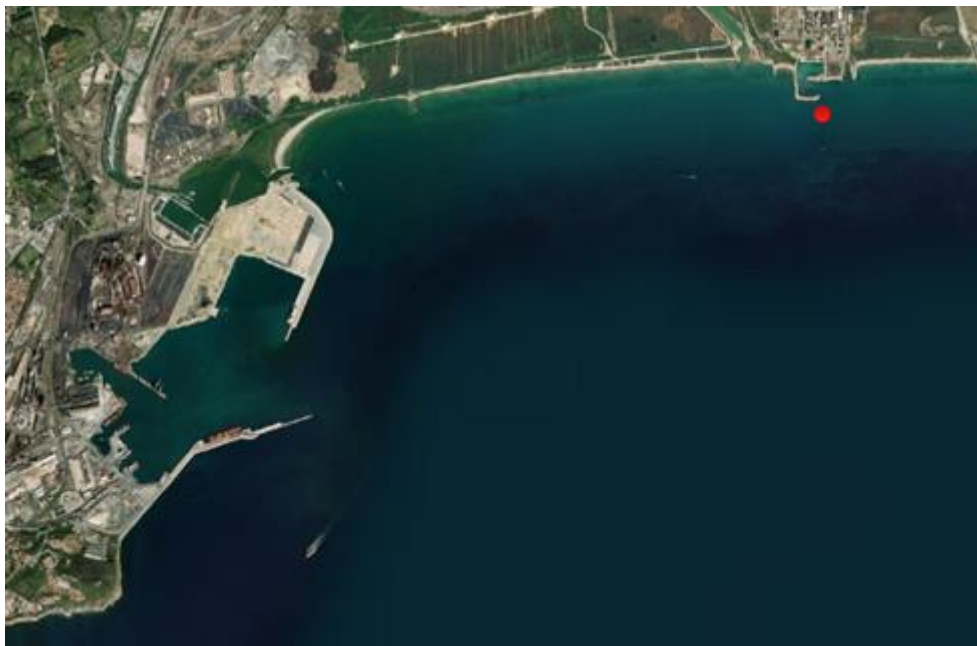
MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

PRODUIT T1.2.2



Sites d'installation ADCP possibles dans le Port de Livourne.



Site prévu pour l'installation de l'ADCP dans le Port de Piombino.

Port de Toulon

En 2011, 2012 et 2018, deux mouillages ont été installés dans le Port de Toulon pour une durée de quelques mois, de part et d'autre de la section d'entrée du port. Ces mouillages ont fourni des mesures de profils verticaux de courant dans le but d'évaluer les échanges entre le port et la haute mer, afin de valider les modèles de circulation, mais n'étaient pas équipés pour la transmission de données en temps réel.

Dans le cadre du projet SINAPSI, trois mouillages vont être installés, coordonnés par l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) de l'Université de Toulon, à partir de janvier 2021 pour une durée d'un an. Les deux courantomètres situés de part et d'autre de la section de l'entrée (Station 1 et Station 2) répéteront les expériences précédentes et seront utilisés essentiellement pour des études de dynamique côtière. La station située dans la baie, près de l'entrée du port et du brise-lames (station 3), sera utilisée pour fournir des informations en temps réel sur les vagues et les courants.

La station 1 est équipée d'un ADCP de type RDI Sentinel Workhorse fonctionnant à une fréquence de 600 kHz et positionné sur le fond marin à une profondeur de 35-40 mètres. La station est également équipée d'un capteur de température et de salinité. Les paramètres du champ d'ondes sont mesurés sur des périodes de 10 minutes toutes les heures et les profils verticaux de courant sont mesurés avec une résolution temporelle de 15 minutes et une résolution spatiale de 1 mètre, de 3 mètres du fond à 4 mètres sous la surface. Les mesures de température et de salinité sont effectuées avec une résolution temporelle de 15 minutes au fond.

La station 2 est équipée d'un ADCP de type RDI Sentinel V100 fonctionnant à une fréquence de 300 kHz et positionné sur le fond marin à une profondeur de 35-40 mètres. La station est équipée d'un capteur de température et de salinité. Les paramètres du champ d'ondes sont mesurés sur des périodes de 10 minutes toutes les heures et les profils verticaux de courant sont mesurés avec une résolution temporelle de 15 minutes et une résolution spatiale de 1 mètre, de 3 mètres du fond à 4 mètres sous la surface. Les mesures de température et de salinité sont effectuées avec une résolution temporelle de 15 minutes au fond.

La station 3 est équipée d'un ADCP Nortek Aquapro fonctionnant à une fréquence de 600 kHz et positionné à une profondeur de 35-40 mètres. La station est équipée d'un ondemètre, d'une station météorologique et de quatre capteurs de température et de salinité. Les paramètres du champ de vagues (hauteur significative, période des vagues, direction moyenne des vagues) sont mesurés sur des périodes de 20 minutes toutes les 30 minutes. Le profil vertical du courant est mesuré avec une résolution temporelle de 15 minutes et une résolution spatiale de 1 mètre, de 1,5 mètres sous la surface à 4 mètres du fond. Les mesures de l'intensité et de la direction du vent, de la température de l'air, de la pression atmosphérique et de l'humidité relative sont fournies avec une résolution temporelle de 15 minutes. Les mesures de température et de

3.3 Données provenant de modèles numériques

Port de La Spezia

Le CNR-ISMAR et l'Université de Gênes exploitent conjointement le modèle numérique Delft3D pour la prévision météorologique et océanographique du Port de La Spezia.

Ce modèle simule les courants marins, la température de l'eau et la salinité. Les données fournies par le modèle sont tridimensionnelles, de type couche sigma 3D, avec une résolution temporelle de 1 heure et une résolution spatiale de 50 m. La couverture spatiale des scénarios produits par le modèle s'étend sur tout le Golfe de La Spezia et la zone des Cinque Terre.

Les jeux de données produits par le modèle Delft3D ne sont pas traités avec des procédures de contrôle de la qualité. Ils sont accompagnés de métadonnées complètes et adhèrent à la convention internationale CF-1.6.

Le format de sortie du modèle est netCDF et les jeux de données produits sont actuellement disponibles sur demande, car il n'y a pas d'archivage en temps réel ou historique des résultats.

Port de Gênes

À l'Université de Gênes, le modèle numérique Delft3D pour la prévision météorologique et océanographique du Port de Gênes fonctionne en mode opérationnel.

Ce modèle simule des champs de courants marins quasi tridimensionnels Q3D et les données produites sont tridimensionnelles de type couche sigma 3D, avec une résolution temporelle de 10 minutes et une résolution spatiale de l'ordre de 10-100 mètres.

Les jeux de données produits par le modèle Delft3D ne sont pas traités par des procédures de contrôle de la qualité. Ils sont accompagnés de métadonnées complètes et adhèrent à la convention internationale CF-1.6.

Le format de sortie du modèle est netCDF et les jeux de données produits sont actuellement disponibles en temps réel pour être visualisés uniquement via un site web.

Port de Livourne et Port de Piombino

Au Consortium LaMMA, plusieurs modèles numériques fonctionnent en mode opérationnel pour la prévision météorologique et océanographique du Port de Livourne et du Port de Piombino.

PRODUIT T1.2.2

Le modèle WaveWatchIII (WW3), mis en œuvre dans différentes versions de maillage structuré et non structuré, simule le mouvement des vagues en produisant des jeux de données bidimensionnelles avec une résolution temporelle d'une heure et une résolution spatiale allant jusqu'à environ 500 mètres sur la côte toscane.

Le modèle WW3 a été calibré et validé avec des mesures in-situ de 14 bouées dans les mers Ligurienne et Tyrrhénienne. La qualité de l'ajustement des simulations a été évaluée en utilisant des indicateurs statistiques appropriés pour quantifier l'écart entre les données observées et simulées.

Ce modèle a permis de générer des scénarios a posteriori, disponibles en séries historiques avec une extension temporelle couvrant la période 1979-2020. Les scénarios de prévision sont disponibles à la fois en temps réel et en séries chronologiques à partir de 2021.

Les données produites par le modèle sont disponibles pour visualisation et téléchargement sur demande.

Les jeux de données résultants sont produits au format NetCDF et sont conformes à la convention internationale CF-1.6.

Le modèle MIKE21-BW simule l'agitation portuaire en produisant des jeux de données bidimensionnels avec une résolution temporelle de 5 minutes et une résolution spatiale de 1-3 mètres.

Des procédures de contrôle de qualité basées sur une comparaison statistique avec des mesures in situ seront appliquées aux scénarios générés par le modèle.

Les produits de ce modèle sont disponibles sur demande.

Les jeux de données résultants sont produits au format .dfs2. Il existe des outils pour la conversion en NetCDF conforme à la convention CF.

Le modèle Shyftem ou le modèle Delft3D seront utilisés pour simuler des champs de courant tridimensionnels avec une résolution temporelle librement ajustable et une résolution spatiale de 10-100 mètres.

Des procédures de contrôle de qualité basées sur une comparaison statistique avec des mesures in situ seront appliquées aux scénarios générés par le modèle choisi.

Les données produites par le modèle choisi seront disponibles sur demande.

Les jeux de données résultants sont produits au format NetCDF et adhèrent à la convention internationale CF-1.6.

Port de Toulon

A l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) de l'Université de Toulon, le modèle numérique MitGCM pour la prévision météomarine et océanographique du Port de Toulon fonctionne en mode opérationnel.

Ce modèle simule les champs de courants marins (composantes U et V de la vitesse) ainsi que la température et la salinité de l'eau. Les données produites sont tridimensionnelles, avec une résolution temporelle horaire ou quotidienne et une résolution spatiale de 100 mètres.

Des procédures de contrôle de qualité basées sur une comparaison statistique avec d'autres mesures in situ sont appliquées aux scénarios générés par le modèle.

Le format de sortie du modèle est netCDF et les jeux de données produits ne sont actuellement disponibles que sur demande, car il n'y a pas de stockage des résultats en temps réel ou en série chronologique.

Les scénarios produits par le modèle ne sont pas accompagnés de métadonnées spécifiques et, par conséquent, ne respectent pas les conventions et directives internationales.

L'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) de l'Université de Toulon et l'Université de Gênes exploitent conjointement le modèle numérique WaveWatchIII (WW3) (Tolman, 2009 ; The WAVEWATCH III® Development Group, 2019) pour la prévision météorologique du Port de Toulon. Le modèle WW3 fournit des prévisions de vagues sur cinq jours avec un maillage non structuré ayant une résolution spatiale de 300 mètres le long de la côte et une résolution temporelle d'une heure.

Le modèle WW3 a été calibré et validé avec des mesures in-situ de bouées en mer Méditerranée et de satellites dans la série historique 1979-2020. Le calibrage du modèle WW3 a été effectué pour définir le réglage optimal afin de maximiser les comparaisons entre les données observées et simulées. À cette fin, on a utilisé des données de vagues échantillonnées à partir de bouées appartenant au réseau EMODNET (<https://www.emodnet.eu/en>), et donc considérées comme d'une certaine fiabilité.

La qualité des simulations a été évaluée par l'utilisation d'indicateurs statistiques appropriés, visant à quantifier l'écart entre les données observées (réelles) et les données simulées (à valider).

Une fois le modèle WW3 calibré, la série chronologique de prévisions rétrospectives a été validée par rapport aux données de maillage en ligne droite et aux données satellitaires de la hauteur significative des vagues. Les données satellitaires sont fournies par la base de données GlobWave (GlobWave, 2020 ; Quefeulou, 2006 ; Quefeulou et Bentamy, 2007) de 1992 à 2016, qui contient des informations sur les mesures altimétriques des satellites, notamment les missions spatiales ERS 1 et 2, ENVISAT, Topex/POSEIDON, Jason-1, Jason-2, CryoSAT et GEOSAT.



Interreg



UNION EUROPEENNE
UNIONE EUROPEA



SINAPSI

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

PRODUIT T1.2.2

Les jeux de données qui en résultent sont produits au format netCDF et ne sont pas accompagnés de métadonnées spécifiques et, par conséquent, n'adhèrent pas aux conventions et directives internationales.

Les jeux de données produits ne sont actuellement disponibles en temps réel que sur demande.

4. État de l'art et recommandations de la communauté internationale

4.1 Données sur les courants de surface de la mer acquises par le radar HF

En 2014, EuroGOOS a lancé l'équipe de travail sur les radars à haute fréquence (<http://eurogoos.eu/high-frequency-radar-task-team/>) dans le but de promouvoir le développement coordonné de la technologie HFR en Europe. Cette première étape a été suivie de nombreuses initiatives en Europe (UE H2020 Jerico-Next, UE H2020 SeaDataCloud, UE H2020 EuroSea, UE H2020 Jerico-S3, Copernicus Marine Environment Monitoring Service Evolution INCREASE) visant à construire un réseau HFR européen opérationnel basé sur une gestion coordonnée des données, pour le développement d'une surveillance opérationnelle utilisant les systèmes HFR et l'intégration des produits HFR dans les principales plateformes de distribution de données marines.

En particulier, le projet européen H2020 JERICO-NEXT (2015-2019) a fourni des procédures et des méthodologies pour conformer les données HFR aux normes et conventions internationales liées à l'interopérabilité et à la qualité des données. En parallèle, le projet SeaDataCloud (2016-2020) de l'UE H2020 a contribué à l'intégration et à la préservation à long terme des séries chronologiques historiques de données HFR dans l'infrastructure SeaDataNet (<https://www.seadatanet.org/>), en parvenant à définir un format interopérable standard pour les jeux de données HFR et les métadonnées connexes de l'indice commun de données (CDI), ainsi que des procédures standard de contrôle de la qualité (CQ) pour les données historiques.

Ces activités ont conduit à l'harmonisation des exigences d'installation et de gestion des systèmes HFR, ainsi qu'à la normalisation des procédures d'assurance qualité, du format des données et des procédures de contrôle de la qualité, et de l'accès aux données HFR (Mantovani et al., 2020).

PRODUIT T1.2.2

Le format standard européen pour les données HFR et le modèle de métadonnées a été défini et mis en œuvre (Corgnati et al., 2018), en conformité avec la convention sur les métadonnées climatiques et prévisionnelles version 1.6 (CF-1.6), la convention OceanSITES, les exigences de CMEMS-INSTAC et de la DDC et la directive INSPIRE. En outre, une batterie de tests CQ a été définie pour une application obligatoire aux données HFR conformément aux recommandations du groupe de travail sur la gestion, l'échange et la qualité des données d'EuroGOOS (DATAMEQ) sur le contrôle de la qualité en temps réel et sur la base de l'assurance qualité/contrôle de la qualité des données océanographiques en temps réel (QARTOD) produite par le système intégré d'observation des océans des États-Unis (IOOS).

En vertu de ce niveau d'harmonisation et de normalisation, les données HFR sont distribuées de manière opérationnelle en temps quasi réel et en séries chronologiques via les portails CMEMS-INSTAC (Copernicus Marine in situ TAC, 2021 ; Copernicus Marine in situ TAC, 2020a ; Copernicus Marine in situ TAC, 2020b), EMODnet Physics et SDC Data Access (Corgnati et al., 2019).

Le nœud européen HFR a été créé en 2018 par AZTI, CNR-ISMAR et SOCIB, sous la coordination de l'équipe de travail HFR d'EuroGOOS, en tant que centre opérationnel en Europe pour la gestion et la diffusion des données HFR, et pour la promotion de la mise en réseau entre les infrastructures HFR européennes et le réseau HFR mondial. Le nœud européen HFR est pleinement opérationnel depuis décembre 2018 dans la distribution d'outils de normalisation et de soutien aux opérateurs HFR, ainsi que de données de courant radial et total HFR en temps réel et en série temporelle à CMEMS-INSTAC, EMODnet Physics et SDC Data Access.

Le European HFR Node distribue les données HFR des opérateurs européens et américains à travers une chaîne de traitement qui met en œuvre la collecte, l'harmonisation, le contrôle de qualité, le formatage et la distribution des données.

Les opérateurs HFR peuvent choisir de synchroniser directement les données radiales natives des stations de mesure, en confiant au nœud européen HFR le traitement et la distribution des données, ou ils peuvent prendre en charge le traitement et déléguer au nœud européen HFR le contrôle final et la distribution des données. Dans ce dernier cas, le nœud européen HFR tient à jour et met à disposition des manuels, des directives et des outils logiciels pour le traitement des données HFR. En particulier, des outils logiciels pour le traitement des données HFR natives, pour le CQ et leur conversion au format standard pour la distribution sont mis à la disposition des opérateurs HFR via un dépôt public GitHub et une publication DOI (DOI : 10.5281/zenodo.2639555).

Les lignes directrices sur la manière de mettre en place le flux de données des opérateurs HFR vers le nœud HFR européen sont décrites en détail dans Reyes et al., 2019.

Le groupe de travail sur les radars à haute fréquence d'EuroGOOS a, parmi ses objectifs à moyen terme, la définition d'un format standard européen pour les données de paramètres de champ d'onde mesurées par HFR.

4.2 Données acquises avec ADCP

La gestion des données marines au niveau européen a été réalisée grâce à l'objectif d'établir une infrastructure d'observation permanente capable de fournir des données marines de qualité aux utilisateurs finaux, tant publics que privés. Grâce à des activités pilotes et à un projet européen financé par la DG MARE, EMODnet a été créé, un réseau d'organisations visant à traiter les données marines selon des normes internationales et à rendre ces informations librement disponibles sous forme de couches de données interopérables.

Le système <https://portal.emodnet-physics.eu/> fournit des informations physiques sur l'état des régions maritimes d'Europe, à travers les paramètres des vagues, de la température de l'eau, de la salinité, des courants, des propriétés optiques, du niveau de la mer et d'autres paramètres météorologiques.

Au sein de ce système, la présence de SeaDataNet, qui, avec le Copernicus Marine Service et EuroGOOS, développe et gère l'infrastructure d'acquisition, de stockage et d'accès aux données physiques, chimiques et biologiques, garantit que le standard des données collectées respecte le format de données ODV4 ASCII (<https://www.seadatanet.org/Standards/Data-Transport-Formats>).

Le format de données ODV est un format ASCII pour le traitement des données de profil, de séries temporelles multi-profondeurs et de trajectoires, qui est optimal pour le traitement des données dérivées des ADCP. Les données générées par les ADCPs nécessitent en effet une visualisation presque tridimensionnelle, étant donné les relevés effectués à différentes profondeurs à différents moments de la surveillance.

Ces fichiers de données peuvent être importés directement dans le logiciel de visualisation et d'analyse ODV (version 4). Selon la convention SeaDataNet, les données ODV doivent être accompagnées de fichiers de métadonnées CDI (Common Data Index), contenant toutes les métadonnées et informations détaillées, également sous forme de références externes (liens URL, html, XML), utiles à l'identification correcte du jeu de données marines (telles que la station d'acquisition, les informations géographiques, les types d'instruments, le fournisseur, etc.)

Le logiciel pour la génération du fichier ODV et le logiciel supportant la production de toutes les métadonnées nécessaires dans le standard SeaDataNet sont disponibles gratuitement, pour

une utilisation non commerciale, non militaire et à des fins éducatives (voir §5.2 pour plus de détails).

Les directives du CIEM concernant les données ADCP ancrées indiquent que les données recueillies doivent être archivées à la fréquence d'échantillonnage d'origine, accompagnées d'un jeu de métadonnées permettant de définir les données sources. D'autres conseils sont donnés :

- Code ASCII pour le format des données
- Fuseau horaire UTC
- Fréquence (kHz), type de bande (large, étroite), latitude et longitude, méthode de détection de la position (GPS)
- Les paramètres collectés, y compris les éventuels facteurs d'échelle multiplicatifs
- Profondeur de la colonne d'eau (préciser la méthode, par exemple, relevé et méthodologie, graphique, etc.)
- Profondeur de l'instrument (ou hauteur, précisez laquelle).

Dans le cadre du développement d'un format de données pouvant être utilisé par différents ports, une recherche d'informations a également été effectuée en contactant l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Adriatico del Nord, qui a développé un système efficace de surveillance des conditions météorologiques et maritimes dans le Port de Venise. Comme le projet SINAPSI traite principalement de la question de la sécurité de la navigation dans les ports, il est nécessaire de considérer l'utilisation primaire de ces réalités en relation avec l'interopérabilité des données fournies par les instruments qui seront installés. Suite à des discussions avec l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Adriatico del Nord et le commandement général des bureaux portuaires, il a été possible d'acquérir des informations importantes sur la manière de transmettre les données sur les conditions météorologiques et maritimes, y compris la direction et l'intensité des courants acquises par les courantomètres ADCP. Ces données sont fournies aux navires par le biais de systèmes AIS intégrés, par le biais du système du Commandement Général des Capitaineries du port, qui à son tour est capable d'acquérir ces données lorsqu'elles sont exposées par l'Autorité Portuaire via un service web, sous la forme de chaînes JSON.

4.3 Données provenant de modèles numériques

Le Copernicus Marine Service (CMEMS) fournit des informations de référence gratuites, ouvertes, régulières et systématiques sur l'état physique et biogéochimique de l'océan, sa

PRODUIT T1.2.2

variabilité et sa dynamique dans l'océan mondial et les régions européennes. Il fournit des informations régulières et systématiques sur l'état physique et la dynamique de l'océan et des écosystèmes marins pour l'océan mondial et les mers régionales européennes. Ces données couvrent l'analyse de la situation actuelle, les prévisions de la situation plusieurs jours à l'avance et la fourniture d'enregistrements de données de réanalyse. Le Copernicus Marine Service calcule et fournit des produits décrivant les courants, la température, le vent, la salinité, le niveau de la mer, la glace de mer et la biogéochimie. Les deux bases de données qui produisent les données de réanalyse à plus haute résolution pour la mer Méditerranée sont CMCC à 0,042° et MERCATOR à 0,083°.

Le produit de réanalyse MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004 (https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004/INFORMATION) est une base de données de réanalyse du 01/01/1987 fournie par le CMCC et disponible sur le portail Copernicus Marine Service. Il contient le produit de réanalyse de l'état physique de la mer Méditerranée, constitué de champs 3D, quotidiens et mensuels moyens de température potentielle, de salinité, de vitesse des courants zonaux et méridionaux, de champs 2D, quotidiens et mensuels moyens de hauteur de mer et de champs moyens de courants de surface, etc. Selon le protocole CMEMS, les jeux de données doivent respecter les conventions CF-1.6, bien qu'il existe des bases de données individuelles qui adhèrent à la convention CF-1.0 (<https://catalogue.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-MED-PUM-006-004.pdf>).

Le produit de réanalyse globale CMEMS GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030 (https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030/INFORMATION) fourni par le modèle MERCATOR couvre la période de l'année 1992 à aujourd'hui. L'objectif de cette réanalyse globale de l'océan CMEMS est de fournir une simulation globale de l'océan à une résolution tourbillonnaire (1/12°) couvrant la période récente pendant laquelle des données altimétriques sont disponibles (période commençant avec le lancement des satellites TOPEX POSEIDON et ERS-1 au début des années 1990), contraintes par l'assimilation d'observations, et décrivent l'évolution spatio-temporelle des variables thermodynamiques 3D (T, S), des variables dynamiques 3D (U, V), de la hauteur de la surface de la mer et des caractéristiques de la glace de mer (concentration, épaisseur et vitesse horizontale). Ce produit est défini sur une grille régulière standard de 1/12 de degré (environ 8 km) et 50 niveaux standard. Le produit contient les moyennes journalières et mensuelles des champs 3D et 2D de température, salinité et courants, niveau de la surface de la mer, etc. Le produit est publié sur le portail CMEMS après des contrôles de qualité automatiques et humains. Le produit est disponible en ligne et diffusé par le biais du système d'information CMEMS. Les fichiers téléchargés sont au format NetCDF et suivent la convention CF-1.4 (<https://catalogue.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-GLO-PUM-001-030.pdf>).

5. Analyse des lacunes et propositions d'action

5.1 Données sur les courants de surface de la mer acquises par le radar HF

Comme les réseaux HFR-TirLig et HFR-LaMMA appartiennent au nœud HFR européen, les procédures de contrôle de qualité appliquées aux données actuelles et le format netCDF dans lequel les données sont exportées sont ceux de la norme européenne officielle pour l'interopérabilité et la distribution des données HFR.

Les données de ces deux réseaux sont disponibles en temps quasi réel (NRT) et en séries historiques dans les catalogues THREDDS du nœud européen HFR, qui permettent un accès gratuit aux partenaires du projet et, grâce aux services de téléchargement, de distribution (WMS, WCS) et de sous-ensembles, permettent l'accès de machine à machine indispensable au fonctionnement de la plateforme ITC qui sera développée par le projet SINAPSI.

Les données de vagues fournies par les deux nouvelles installations du réseau HFR-TirLig seront initialement distribuées dans le format natif produit par l'instrument. Par la suite, l'éventuel format standard européen pour les données des paramètres du champ d'ondes mesurées par HFR sera adopté dès qu'il sera défini. Ceci permettra la distribution de ces jeux de données de la même manière que pour les champs de courant de surface (à la fois NRT et séries temporelles) à travers les catalogues THREDDS du nœud européen HFR, avec toutes les options d'accès décrites ci-dessus.

A l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) de l'Université de Toulon, le développement d'outils logiciels pour la production des jeux de données du réseau HFR-MedTIn dans le format standard européen officiel pour l'interopérabilité et la distribution des données HFR est en cours. Les procédures de contrôle de qualité du format standard européen seront appliquées aux jeux de données ainsi produits. Lorsque les données du réseau HFR-MedTIn seront au format standard, elles seront stockées dans un catalogue THREDDS du nœud européen HFR, qui permettra un accès libre aux partenaires du projet et, par le biais de services de téléchargement, de distribution (WMS, WCS) et de sous-ensembles, un accès de machine à machine indispensable au fonctionnement de la plate-forme TIC qui sera développée par le projet SINAPSI.

5.2 Données acquises avec ADCP

Les jeux de données collectés par les ADCP seront facilement exportables au format tabulaire ASCII et seront encodés aux formats ODV4 et JSON. Pour faciliter l'encodage ODV4, il sera fait référence à l'un des logiciels mis gratuitement à disposition par SeaDataNet. On utilisera en particulier le logiciel "NEMO" (<https://www.seadatanet.org/Software/NEMO>), un outil interactif écrit en langage JAVA et constitué d'une interface graphique conviviale. Une procédure guidée pour importer les données et remplir tous les champs obligatoires est disponible pour saisir les informations nécessaires, ainsi qu'une étape finale pour valider ce qui a été saisi. Les fichiers ODV ainsi produits contiendront les informations minimales nécessaires à la génération d'enregistrements appelés "fichiers CSV de résumé CDI".

Dans une dernière étape, ces fichiers seront lus par un second outil appelé "MIKADO" (<https://www.seadatanet.org/Software/MIKADO>) pour la génération des fichiers de métadonnées "XML CDI" qui alimenteront le catalogue SeaDataNet.

Un deuxième type d'encodage des données ADCP sera JSON, typique des langages machine à machine (M2M) et utilisé pour la transmission de données par des capteurs distribués de l'Internet des objets (IoT). L'architecture numérique MONICA, développée par l'AdSP de la mer Tyrrhénienne du Nord, intègre des données provenant de différentes sources d'information distribuées dans le port et offre des services numériques en temps réel à la communauté portuaire. La plateforme M2M au sein de l'architecture MONICA est destinée à la réception de données, suivant les indications de la norme ETSI OneM2M, tandis que la publication conséquente des données a lieu par le biais de requêtes HTTP selon le style architectural REST. La transformation des données de ASCII à JSON prévoit la création de trois paramètres (SENSOR_PATH, correspondant aux relevés du capteur à l'intérieur de la plateforme M2M, ORIGINATOR, identifiant la source d'information, SENSOR_ID, identifiant le capteur) nécessaires pour les recevoir de la plateforme M2M. Une fois reçues, les données seront cataloguées et ensuite exposées dans des tableaux de bord en ligne correctement construits. Les données exposées, via la commande GET, seront affichées dans des tableaux et des représentations graphiques définis lors de la création du front-end. La plateforme MONICA permet donc, grâce à l'approche machine à machine, de recevoir les données contrôlées dans le port, de cataloguer et d'exposer ensuite à la communauté portuaire (sujets publics, opérateurs portuaires, organismes intéressés) les données obtenues, convenablement rassemblées dans des tableaux de bord uniques, par la création de modules/services numériques.

La figure 8 illustre le message envoyé par le capteur vers la plateforme OneM2M dans lequel on peut voir les "métadonnées" dans la première moitié du message et les informations détectées par le capteur installé dans la seconde moitié. Les données envoyées par les ADCP au format JSON peuvent donc être accompagnées non seulement des paramètres détectés par l'instrumentation, mais aussi de métadonnées informatives supplémentaires caractérisant



Interreg



UNION EUROPEENNE
UNIONE EUROPEA



SINAPSI

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

PRODUIT T1.2.2

l'instrument actif dans le port, qui peuvent être exposées en cas de besoin dans le service numérique qui sera créé ultérieurement.

```
{
  "metadata": {
    "sensorId" : "MONICA_meteo_1",
    "readingTimestamp" : 1590571850,
    "heading" : 10,
    "latitude" : 43.755205063927,
    "longitude" : 10.103794822237
  },
  "sensorData": {
    "timestamp" : "1590572037",
    "id": "MONI.C.A_METEO1",
    "latitude": "43.755205063927",
    "longitude": "10.103794822237",
    "sensors": {
      "wind_direction" : {"value": "68", "status": "0"},
      "wind_speed" : {"value": "5.8", "status": "0"},
      "pressure" : {"value": "1026.1", "status": "0"},
      "temperature" : {"value": "22.5", "status": "0"},
      "dew_point" : {"value": "6.1", "status": "0"},
      "pressure_tendency" : {"value": "0", "status": "0"},
      "rain_rate" : {"value": "0.0", "status": "0"},
      "daily_rain" : {"value": "0.0", "status": "0"}
    },
    "status": "0",
    "status_desc": "ok"
  }
}
```

Exemple de payload de données provenant d'un capteur météo installé dans le Port de Livourne.

5.3 Données provenant de modèles numériques

Dans le cadre du projet SINAPSI, différents modèles numériques sont utilisés dans les différents ports d'étude : WaveWatch III, Delft3D, MIKE21-BW, Shyferm et MitGCM.

Les données sur les courants marins des ports de La Spezia, Gênes ou Toulon et les vagues pour la mer Méditerranée sont fournies au format netCDF et les jeux de données produits sont actuellement disponibles en temps réel pour être visualisés uniquement sur un site web et ne sont pas traités avec des procédures de contrôle de qualité. Les jeux de données produits par le modèle Delft3D pour les ports de La Spezia et de Gênes ont des métadonnées complètes et adhèrent à la convention internationale CF-1.0 ou supérieure.

Pour les jeux de données produits dans le cadre du projet SINAPSI et pour tous les modèles numériques utilisés, la procédure de contrôle de qualité prévue dans le format standard européen sera appliquée et ils adhéreront au moins aux conventions standard CF-1.0.

Les résultats requis peuvent inclure des séries temporelles des paramètres les plus importants de la circulation marine et des vagues dans chacune des études de cas : vitesse, température, salinité, vagues avec une nomenclature fixe selon la liste des paramètres physiques de Copernicus (<https://archimer.ifremer.fr/doc/00422/53381/>) et selon la BODC VOCAB LIBRARY (<http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P09/current/>) utilisée par SeaDataNet.

6. Conclusions

Ce document catalogue et décrit les types de données acquises dans le cadre du projet SINAPSI, à savoir les mesures de courant de surface effectuées par le radar haute fréquence (HFR), les mesures de la vitesse du courant et des paramètres du champ d'ondes obtenues par l'ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) et la simulation du courant et du champ d'ondes produite par des modèles numériques.

Pour chacun de ces types de données, les lacunes en termes d'interopérabilité et de respect des normes internationales ont été décrites, et les actions à entreprendre pour mettre chaque type de données du projet en conformité avec les exigences des directives et conventions susmentionnées ont été définies.

En vertu de l'intégration des données HFR dans la chaîne de traitement offerte par le nœud européen HFR, les données HFR disponibles pour le projet SINAPSI sont produites de manière opérationnelle en appliquant des procédures de contrôle de la qualité et le modèle de données standard européen officiel pour l'interopérabilité et la distribution des données HFR.

PRODUIT T1.2.2

Une analyse attentive des conventions internationales et des exigences d'application du projet a conduit à l'adoption du format ODV défini par la norme SeaDataNet comme modèle de données avec lequel les données ADCP relatives au projet seront générées de manière opérationnelle. Parallèlement, ces données seront également produites de manière opérationnelle au format JSON, afin de répondre aux exigences des systèmes de surveillance de l'Autorité du système portuaire et des bureaux du port et de pouvoir être intégrées dans les flux opérationnels de ces systèmes.

En ce qui concerne les données du modèle, en l'absence d'un modèle de données adopté au niveau international sur le sujet, il a été décidé d'adopter les procédures de contrôle de qualité prévues par les deux produits de référence dans le contexte européen (CMCC et MERCATOR) et les conventions standard CF-1.0 ou plus pour la production opérationnelle.

Ce document est destiné à servir de vade-mecum pour les opérations de production des jeux de données nécessaires au développement de la plateforme ITC qui est l'objectif du projet et, plus généralement, de référence pour la production de jeux de données interopérables dans le cadre de la collaboration transfrontalière des projets Interreg MARITIME.

7. Bibliographie

Copernicus Marine In Situ Tac Data Management Team (2021). Copernicus Marine In Situ NetCDF format manual. <https://doi.org/10.13155/59938>

Copernicus Marine in situ TAC (2020a). Copernicus in situ NRT current product user manual (PUM). CMEMS-INS-PUM-013-048. <https://doi.org/10.13155/73192>

Copernicus Marine In Situ Tac (2020b). For Global Ocean-Delayed Mode in-situ Observations of surface (drifters and HFR) and sub-surface (vessel-mounted ADCPs) water velocity. Quality Information Document (QUID). CMEMS-INS-QUID-013-044. <https://doi.org/10.13155/41256>

Corgnati, L., Mantovani, C., Novellino, A., Jousset, S., Cramer, R. N. and Thijsse, P. (2019). SeaDataNet data management protocols for HF Radar data. <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1511>

Corgnati, L., Mantovani, C., Novellino, A., Rubio, A., Mader, J., Reyes, E., Griffa, A., Asensio, J. L., Goringe, P., Quentin, C., Breitbach, G. and Widera, J. (2018). Recommendation Report 2 on improved common procedures for HFR QC analysis, <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1441>

GlobWave (2020). <http://globwave.ifremer.fr/>.

PRODUIT T1.2.2

Guerin, C-A., Dumas, D., Gramoullé, A., Quentin, C., Saillard, M. and Molcard, A. (2019). The multistatic HF radar network in Toulon. IEEE Radar 2019 Conference, IEEE. doi: 10.1109/RADAR41533.2019.171401

Mantovani, C., Corgnati, L., Horstmann, J., Rubio, A., Reyes, E., Quentin, C., Cosoli, S., Asensio, J.L., Mader, J. and Griffa, A. (2020). Best Practices on High Frequency Radar Deployment and Operation for Ocean Current Measurement. Front. Mar. Sci. 7:210. doi: 10.3389/fmars.2020.00210

Queffeulou, P. (2006). Altimeter wave height validation - an update. Proceedings of OSTST meeting, Venice, Italy, March 16–18.

Queffeulou, P. and Bentamy, A. (2007). Analysis of wave height variability using altimeter measurements: Application to the mediterranean sea. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 24, 2078–2092.

Reyes, E., Rotllán-García, P., Rubio, A., Corgnati, L., Mader, J., and Mantovani, C. (2019). Guidelines on how to sync your High Frequency (HF) radar data with the European HF Radar node (Version 1.2), Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System, SOCIB, doi:10.25704/9XPF-76G7

The WAVEWATCH III® Development Group, 2019. User manual and documentation WAVEWATCH III ® v6.07. Technical Report.

Tolman, H. L. (2009). User manual and system documentation of WAVEWATCH III TM version.