

# **Sensor Observation System : optimisation d'un système d'information environnemental dédié capteurs - exemple du SI du réseau d'observation ReefTEMPS**

## **Guillaume Brissebrat**

SEDOO – Observatoire Midi-Pyrénées  
14 avenue Edouard Belin  
31400 Toulouse

## **Sylvie Fiat**

UMR ENTROPIE, IRD, Université de La Réunion, CNRS  
Centre IRD de Nouméa B.P. A5  
98848 Nouméa - Nouvelle-Calédonie

## **Andry Andriatiana**

SEDOO – Observatoire Midi-Pyrénées  
14 avenue Edouard Belin  
31400 Toulouse

## **Adrien Cheype**

Informatique scientifique, DDUNI IRD  
Centre IRD de Nouméa  
98848 Nouméa - Nouvelle-Calédonie

## **Jacques Grelet**

US IMAGO, IRD  
Technopole de Brest-Iroise – Site de la Pointe du Diable  
CS10070  
29280 Plouzané – France

## **David Varillon**

US IMAGO, IRD  
Centre IRD de Nouméa  
98848 Nouméa - Nouvelle-Calédonie

## **Bernard Pelletier**

GIS GOPS  
Centre IRD de Nouméa B.P. A5  
98848 Nouméa - Nouvelle-Calédonie

## **Régis Hocdé**

UMR MARBEC, IRD, Ifremer, Université de Montpellier, CNRS  
Université de Montpellier – Faculté des sciences  
Place Eugène Bataillon, 39095 Montpellier Cedex 5 – France

## Résumé

*ReefTEMPS est un réseau de capteurs de température, pression et salinité dans le domaine côtier du Pacifique Sud, Ouest et Sud-Ouest, opéré par le GOPS (Grand Observatoire de l'environnement et de la biodiversité terrestre et marine du Pacifique Sud). Un des objectifs initiaux du projet était de fournir différents types de services interopérables adaptés pour chacun d'eux à une communauté scientifique utilisatrice particulière. Il devait aussi être intégré une base de données de mesures issues de capteurs déployés pour certains depuis plus de 40 ans.*

*Ainsi, le système d'information a été créé en 2011 et l'utilisation de SOS (Sensor Observation Service - <http://www.opengeospatial.org/standards/sos>) nous a semblé pertinente dès sa création. En 2016, ce système d'information a été modernisé.*

*En 2016, le système a été porté sous Docker, permettant ainsi de simplifier les processus de déploiement et de mettre en place les dernières versions des technologies utilisées. Nous sommes notamment passés de la version 1 à la version 2 de SOS et avons réorganisé l'application tant sur le fond (notions d'offering, component et systems reconsidérées, nouvelles spécifications SOS 2.x prises en compte) que sur la forme (REST au lieu de SOAP, JSON privilégié à XML pour l'échange de données).*

*La nouvelle version est en production depuis juin 2017 : <http://reeftemps.observatoire-gops.org>. Toutes les données acquises sont accessibles publiquement sans restriction.*

## Mots-clefs

*Sensor Observation Service (SOS), OGC sensor web standards, post-project review, système d'information environnemental, plateforme scientifique, capteurs, données d'observation, interopérabilité, open data, architecture SOA, docker*

# 1 ReefTEMPS

ReefTEMPS est un réseau de capteurs de température, pression et salinité dans le domaine côtier du Pacifique Sud, Ouest et Sud Ouest. Opéré par le GOPS<sup>1</sup> (Grand Observatoire de l'environnement et de la biodiversité terrestre et marine du Pacifique Sud), le réseau est géré par cinq organismes (IRD Nouméa, USP Fidji, UNC, CPS-SOPAC, SO Corail-CRIOBE) et couvre 18 pays et territoires de l'Océanie (Nouvelle-Calédonie, Polynésie Française, Wallis & Futuna, Vanuatu, états fédérés de Micronésie dont Yap, Cook, Tonga, Iles Marshall, Papouasie Nouvelle-Guinée, Tuvalu, Kiribati, Palau, Tokelau, Nauru, Samoa, Fidji). Depuis le début du projet, 164 capteurs ont été installés et environ 86 sont en activité actuellement.

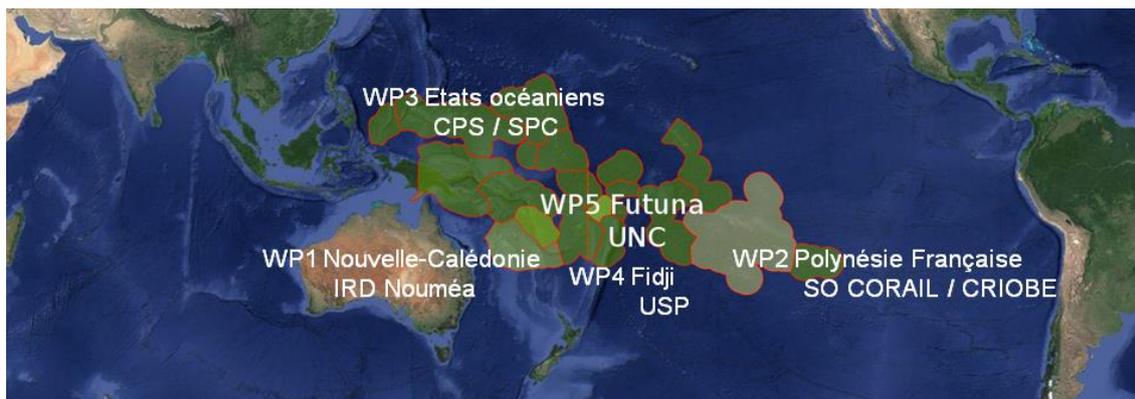


Figure 1 - Couverture du réseau ReefTEMPS

Après la pose des capteurs, les données sont relevées tous les 6 mois, 1 an ou 2 ans. La mémoire est déchargée pour donner un cycle de données brutes (niveau 0). Dans un délai de quelques jours, une fois un cycle qualifié (niveau 1), il est intégré dans la base et ajouté au *dataset*<sup>2</sup> du capteur, formant des séries longues qui doivent être homogénéisées (niveau 2). Avec des mesures démarrées en 1958, le réseau met à disposition plus d'un demi-siècle de données issues de capteurs (1).

Le SI ReefTEMPS a été mis en place en 2011 avec pour objectifs (2) de :

- Gérer et diffuser les données issues du réseau de capteurs ;
- Rendre les données accessibles à la communauté le plus rapidement possible et en libre accès ;
- Fournir des services adaptés aux différentes communautés utilisatrices ;
- Assurer la pérennité des données ;
- Produire et diffuser des cartes interactives ;
- Etre interopérable et alimenter d'autres banques de données.

---

<sup>1</sup> <http://www.observatoire-gops.org>

<sup>2</sup> Un *dataset* ReefTEMPS est un jeu de données regroupant les mesures d'un même paramètre physique, relevées sur une même plateforme, mesurées avec la même famille d'instrument et ayant un même niveau de qualification (0, 1 ou 2).

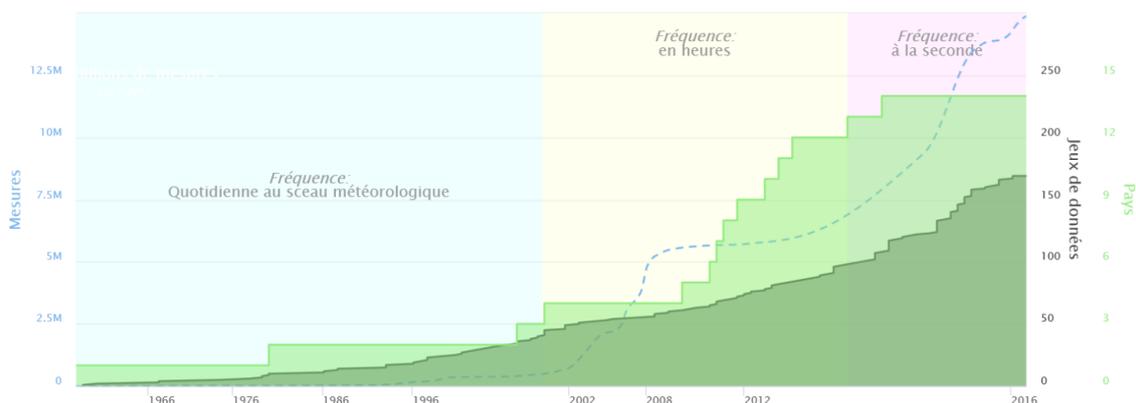


Figure 2 - Evolution du nombre de mesures dans la base de données

Au moment de la mise en exploitation de la jouvence, le SI proposait 30 000 000 de données en accès libre aux utilisateurs, qui se répartissaient entre :

Paramètres	8 (Chlorophylle a, Houle, Niveaux de la mer / Pression, O2, Acidité / pH, Conductivité / Salinité, Température, Turbidité)
Plateformes	104 dont 86 actives et 18 arrêtées ou perdues
Cycles de données	600 cycles mesurés et importés
Datasets	170 datasets (série temporelle ou ensemble des mesures d'un paramètre, sur une plateforme, ayant le même code qualité)
Datasets > 10 ans	54 datasets (séries temporelles) de plus de 10 ans

Ce système a été modernisé en 2016 avec pour objectif de mettre à jour ses différentes briques logicielles, faciliter le déploiement et la maintenance et améliorer le portail web (3).

## 2 Le système d'information ReefTEMPS

### 2.1 Architecture et outils utilisés

Dès le début, nous avons choisi de limiter au maximum les développements spécifiques et de construire le système d'information avec des briques préexistantes. Ainsi, le SI est centré sur l'application DB-Oceano déjà utilisée par les équipes océanographiques de l'IRD. Ce logiciel de gestion permet d'importer les données (base PostgreSQL), de gérer leur cycle de vie et de les exporter au format NetCDF. A cette application sont couplés (4):

- Un serveur Thredds<sup>3</sup> basé sur le protocole OpenDAP compatible avec de nombreux outils de traitement/visualisation de données (Matlab, ferret...) ;
- Un serveur SOS<sup>4</sup>, service web standard pour la distribution de données de capteurs (voir partie 3) ;

<sup>3</sup> <http://www.unidata.ucar.edu/software/thredds/current/tds/>

<sup>4</sup> Sensor Observation Service, <http://www.opengeospatial.org/standards/sos>

- Un serveur Geonetwork<sup>5</sup> pour diffuser la description du réseau et permettre la consultation et le moissonnage des métadonnées (service CSW<sup>6</sup>) ;
- Un serveur Geoserver<sup>7</sup>, pour fournir la position et la description des plateformes et faciliter leur visualisation sur une carte (service WMS<sup>8</sup>).

L'utilisation de ces outils, formats et protocoles largement répandus dans la communauté permettent de diversifier les modes d'accès aux données (services) et ainsi de répondre aux attentes de plusieurs types d'utilisateurs, et de s'interfacer avec d'autres banques de données ou portails (IMOS<sup>9</sup> par exemple).

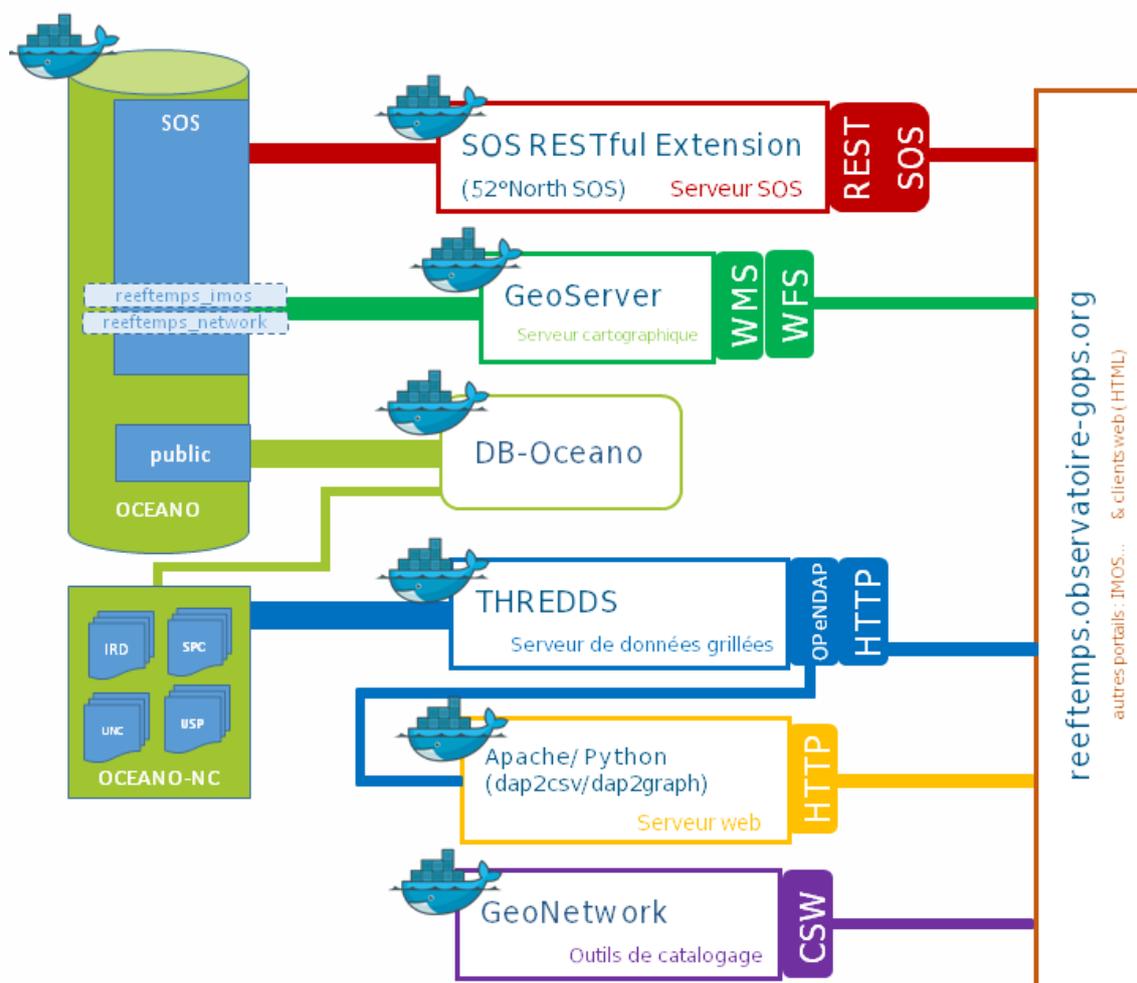


Figure 3 - Architecture du SI ReefTEMPS

<sup>5</sup> <http://geonetwork-opensource.org/>

<sup>6</sup> Catalog Services for the Web, <http://www.opengeospatial.org/standards/cat>

<sup>7</sup> <http://geoserver.org/>

<sup>8</sup> Web Map Service, <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

<sup>9</sup> Integrated Marine Observing System, <https://portal.aodn.org.au/>

## 2.2 « Dockerisation » du SI

Même si l'architecture avait été conçue dès le début pour être multi-instances, le déploiement d'une instance restait laborieux. Au moment de la modernisation du système, nous avons ainsi décidé d'utiliser Docker<sup>10</sup>(5). En plus de simplifier le déploiement d'instances chez les 5 organismes partenaires du projet, cela facilitera la mise à jour des logiciels (et le retour en arrière en cas d'incompatibilité).

Vu l'architecture du SI, le découpage en composants à « dockeriser » était immédiat (voir Figure 3). Nous avons suivi les « bonnes pratiques » suivantes :

- Avoir un container par service ;
- Privilégier les images officielles (exemple : tomcat, postgresSQL) ;
- A défaut, choisir une image légère, maintenue et plébiscitée (et dont le Dockerfile est fourni, ce qui permet de vérifier ce qui est installé) ;
- Si besoin, surcharger une image existante (c'est-à-dire refaire un Dockerfile en ajoutant des spécifications particulières).

Enfin, pour faciliter le lancement des containers, nous utilisons Docker compose<sup>11</sup>. Toutes les informations nécessaires au lancement des containers sont ainsi regroupées dans un seul fichier YAML.

## 3 SOS

Si l'utilisation de SOS (Sensor Observation Service) (6) nous avait semblé pertinente dès 2011, nous nous étions heurtés à des problèmes de performances (2), liés à la volumétrie des données (séries temporelles de plusieurs centaines de milliers de donnée), au mode d'interrogation de la base de données et temps de transaction nécessaire (requêtes complexes). Contraints de brider le service (requêtes sur un mois maximum), nous n'avions pu proposer qu'un service réduit dans notre application via un client SOS dédié. Par ailleurs, la permissivité forte des normes SOS donnée aux producteurs de données dans les choix organisationnels des données et de la manière de les diffuser réduisait de fait l'interopérabilité avec d'autres SI et services web SOS.

Cinq ans plus tard, le standard est plus mature, une 2<sup>e</sup> version du standard est sortie et les outils ont évolué. La permissivité initiale du standard a laissé place à une convergence des choix en matière de gestion de données d'observation issues de capteurs. Aussi, nous avons décidé de faire évoluer notre service SOS et d'adopter les choix retenus par la communauté 52North.

### 3.1 Choix du serveur

Toutes les données étant au format NetCDF et déjà accessibles via un serveur Thredds, la première option envisagée était d'ajouter au serveur Thredds de notre architecture un service SOS (plugin ncSOS<sup>12</sup>). Ce choix d'une architecture Thredds-centrée, sans base de données, n'était pas incohérent mais s'est vite heurté au manque d'une compétence forte dans l'équipe sur le traitement de fichiers NetCDF avec Thredds, et surtout à un risque de difficulté d'appropriation par les principaux utilisateurs et fournisseurs de données. En ajoutant, le risque de perte de fonctionnalités et l'absence de saut de version vers SOS 2.x (pas de date annoncée pour l'implémentation de cette spécification dans le plugin), cette solution a été abandonnée et nous avons privilégié l'implémentation de référence : 52north<sup>13</sup> en conservant notre base de données.

---

<sup>10</sup> <https://www.docker.com>

<sup>11</sup> <https://docs.docker.com/compose/>

<sup>12</sup> <https://github.com/asascience-open/ncSOS>

<sup>13</sup> <http://52north.org/communities/sensorweb/>

Ce serveur utilisant son propre modèle de données, nous avons complété la base DB-oceano pour faire correspondre nos objets aux concepts SOS :

SOS 52north	DB-Oceano
Observation	Mesure
Observable property	Paramètre physique
Feature of interest	Plateforme
Procedure	Série ou dataset

Pour cela, un nouveau schéma a été ajouté à la base, un script permet de charger les données dans ces nouvelles tables et des triggers permettent de les maintenir à jour.

Un grand avantage apporté par l'utilisation du serveur 52North est sa version RESTful<sup>14</sup> qui permet d'utiliser et de manipuler des ressources SOS au moyen de services REST, beaucoup plus légers que les services SOAP (7) qui avaient été sources de blocages pour nous dans la version précédente de notre application.

### 3.2 Développement d'un client SOS

En 2016, l'API SensorThings (8) a été acceptée par l'OGC, il s'agit d'une nouvelle norme RESTful et JSON basée sur l'OGC/ISO19156 :2011 comme le SOS<sup>15</sup>. Nous avons donc basé notre portail web sur la Timeseries API mise à disposition par 52°North et qui implémente l'API SensorThings.

Ce nouveau client web a été développé avec les bibliothèques Javascript :

- Openlayers<sup>16</sup> pour afficher la carte (flux WMS du Geoserver) ;
- Highcharts<sup>17</sup> pour tracer les séries temporelles.

---

<sup>14</sup> <http://52north.org/communities/sensorweb/sosREST/>

<sup>15</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Service\\_d%27observation\\_des\\_capteurs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Service_d%27observation_des_capteurs)

<sup>16</sup> <http://openlayers.org/>

<sup>17</sup> <https://www.highcharts.com/>

Réseau Réseau Reeftemps ⓘ

### Station FJI Batiki Island 01

**Réseau** Réseau de capteurs de température, pression, salinité dans le domaine côtier du Pacifique Sud, Ouest et Sud Ouest

**Producteur** USP (PaCE-SD / IMR) ⓘ

**Coordonnées** 17°46.648'S, 179°10.792'E

**Propriétés physiques** Sea temperature

### Dataset BATIKI01\_TEMP\_0A\_TR

**Station** FJI Batiki Island 01

**Plateforme** BATIKI01

**Propriété physique** SEA TEMPERATURE

**Traitement cycle** RAW DATA

**Famille instrument** THERMISTOR

**Unité de mesure** Celsius degree

**Date début** 28/11/2012

**Date fin** 24/03/2015

### Télécharger les données

Dataset complet du 28/11/2012 au 24/03/2015  
(peut prendre quelques secondes avant de démarrer)

- [OpenDAP/Thredds](#)
- [Metadonnées/GeoNetwork](#)
- [NetCDF OceanSite](#)
- [CSV](#)
- [Aperçu graphique](#)

Affiner la période de téléchargement



### Propriétés physiques

-- tous confondus --

### Stations

FJI Batiki Island 01

### Datasets

BATIKI01\_TEMP\_0A\_TR

### Graphique dynamique des données de la station sur la dernière année de mesure

Reeftemps datagram for F-JI Batiki Island 01

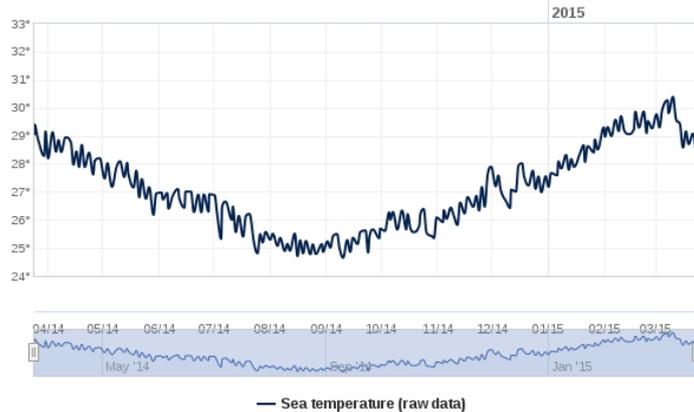


Figure 4 - Client web ReefTEMPS

Il donne accès à l'ensemble des services de l'architecture. A part pour la carte, il s'appuie sur le serveur SOS. Par exemple, les propriétés physiques disponibles sont récupérées avec la requête GET suivante :

```
http://sosoceano.ird.nc/api/v1/phenomena
```

Cette nouvelle version est en production depuis juin 2017 : <http://reeftemps.observatoire-gops.org>.

## 4 Conclusions - Perspectives

L'optimisation du système d'information environnemental dédié capteurs du réseau d'observation ReefTEMPS conduite fin 2016 a permis de résoudre les problèmes rencontrés avec l'implémentation initiale de la version SOS 1.x. L'actualisation de la famille de services web « Sensor Observation System » avec la publication du SOS 2.x combiné d'une part à l'adoption d'un outil porté par une communauté de référence (52North) et d'autre part à des choix technologiques basés sur REST et JSON, nous permet d'offrir aujourd'hui un accès complet et public à l'ensemble des données acquises via des services web très réactifs et non bridés.

D'autre part, l'utilisation de docker nous a permis de tester notre première solution assez simplement puis de changer d'orientation architecturale sans que le revirement ne soit trop coûteux. L'application peut maintenant être déployée facilement chez les différents producteurs de données.

Les évolutions prévues sont l'intégration de nouveaux paramètres physiques dans la base de données tel que le PH ainsi que d'autres types de données telles que des trajectoires, c'est-à-dire des données issues de capteurs attachés à des plateformes en déplacement comme des navires marchands, et des profils verticaux. L'adaptabilité du système devrait nous permettre d'intégrer ces nouvelles données sans trop de travail et de modification de l'existant.

## 5 Références

1. *Le système d'information du « réseau de capteurs de température des eaux côtières dans la région du Pacifique Sud et Sud-Ouest*. **Hocdé R., S. Fiat.** 2013. 27-1/2, 170-173, s.l. : Netcom, 2013, Vol. Special issue « Les données environnementales en libre accès : politiques, expériences, usages ». dx.doi.org/10.4000/netcom.1294.
2. *SI-TEC-PSO: retour d'expérience sur le système d'information dédié capteurs et reconstitution de séries temporelles de ReefTEMPS, le réseau de suivi de température des eaux côtières dans la région du Pacifique Sud et Sud-Ouest*. **Fiat S., Hocdé R.** Marseille : Conférence: sist15 : Séries Interopérables et Systèmes de Traitement, 24-25 sept, 2015. Vol. 2, pp. 133-139.
3. *Réseau d'observation du Pacifique Sud 'ReefTEMPS' : évolutions fonctionnelles et optimisation d'un système d'information dédié capteurs et reconstitution de séries temporelles*. **Hocdé R., S. Fiat, G. Brissebrat, P. Pelletier.** Montpellier : Conférence: sist16 : Séries Interopérables et Systèmes de Traitement, 2016.
4. **Cheyne A., F. Sylvie, B. Pelletier, A. Ganachaud, J. Grelet, D. Varillon, F. Magron, R. Hocdé.** Système d'information de l'observatoire ReefTEMPS : données de température côtière du Pacifique Sud et Sud-Ouest. [poster]. Bordeaux : JDEV 2015 : Journées Nationales du DEVeloppement Logiciel de l'Enseignement Supérieur et Recherche, 2015/06/30-2015/07/03, Décembre 2015. pp. 643-649. dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4118.7600.
5. *Portage d'une architecture SOA sous Docker, exemple du système d'information du réseau d'observation ReefTEMPS*. **Andriatiana A., S. Fiat, A., G. Brissebrat, J. Grelet, B. Pelletier, R. Hocdé.** Marseille : JDEV 2107, 4ème édition des Journées nationales du DEVeloppement logiciel, 4-7 juillet 2017., 2017. [http://devlog.cnrs.fr/\\_media/jdev2017/presentation\\_docker\\_short\\_final\\_v2.pdf](http://devlog.cnrs.fr/_media/jdev2017/presentation_docker_short_final_v2.pdf).
6. **OGC.** Sensor Web Enablement Architecture. [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=29405](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=29405). s.l. : OGC, 2008. OGC document 06-021r4. 06-021r4.
7. *JSON: The Fat-Free Alternative to XML*. **Crockford, Douglas.** 2006. <http://www.json.org/fatfree.html>.
8. **OGC.** OGC SensorThings API Part 1: Sensing. <http://docs.opengeospatial.org/is/15-078r6/15-078r6.html>. [web]. s.l. : OGC, 2016. OGC document 15-078r6. 15-078r6.