



**HAL**  
open science

## **RB-FAN2: “ Radiation Belt Forecast And Nowcast ”, un nouvel environnement basé sur le code d’assimilation de données Salammbô**

Antoine Ferlin, Maget Vincent, Sébastien Bourdarie, D. Lazaro, Antoine Brunet, Stefaan Poedts, A. Kochanov, Constantinos Papadimitriou, Ingmar Sandberg, Z. Iqbal, et al.

### **► To cite this version:**

Antoine Ferlin, Maget Vincent, Sébastien Bourdarie, D. Lazaro, Antoine Brunet, et al.. RB-FAN2: “ Radiation Belt Forecast And Nowcast ”, un nouvel environnement basé sur le code d’assimilation de données Salammbô. PNST 2022, May 2022, Marseille, France. 2022. hal-04852026

**HAL Id: hal-04852026**

**<https://hal.science/hal-04852026v1>**

Submitted on 20 Dec 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# RB-FAN : « Radiation Belt Forecast And Nowcast », un nouvel environnement basé sur le code d'assimilation de données Salammbô

A. Ferlin (ONERA), V. Maget (ONERA), S. Bourdarie (ONERA), D. Lazaro (ONERA), A. Brunet (ONERA), S. Poedts (KU Leuven), A. Kochanov (A. Kochanov), C. Papadimitriou (SPARC), I. Sandberg (SPARC), Z. Iqbal (SPARC), E. Botek (BIRA-IASB), V. Pierrard (BIRA-IASB), E. De Donder (BIRA-IASB), L. Zychova (BIRA-IASB), M. Dierckxens (BIRA-IASB), N. Ganushkina (FMI), S. Dubyagin (FMI), A. Glover (ESA/ESOC – Space Weather Office (OPS-SW)), R. Keil (Rhea System GmbH for ESA/ESOC/OPS-SW), H. Evans (ESA/ESTEC – TEC/EPS)

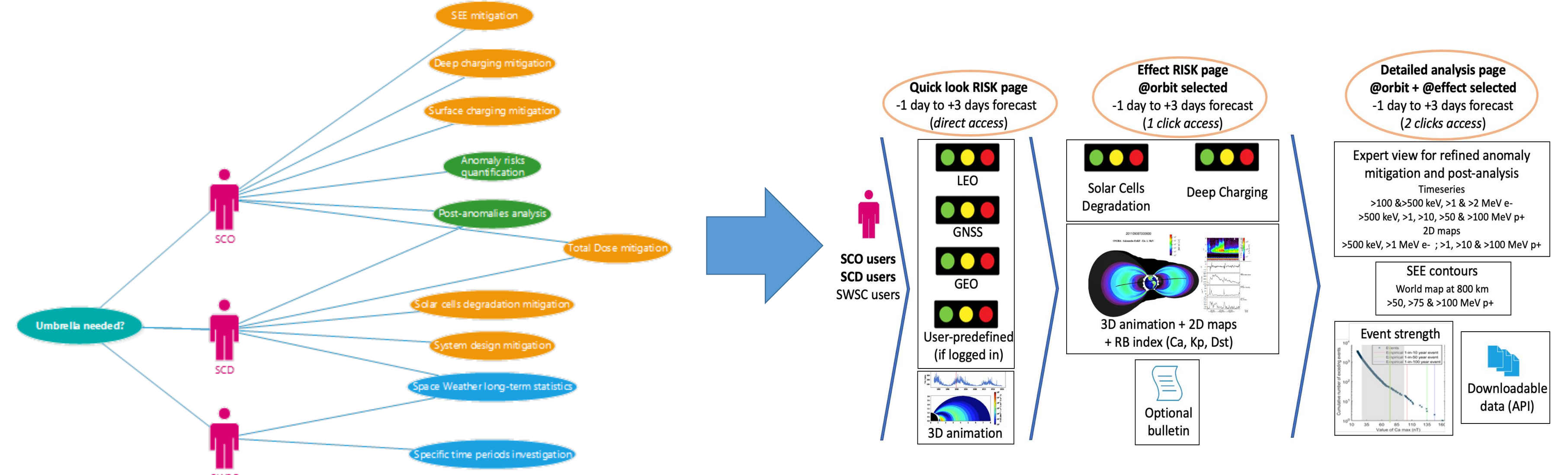
## Contexte et objectifs

Dans le cadre du programme ESA Space Situational Awareness (SSA, Period 3), le projet RB-FAN vise à fournir en temps quasi réel, et sur un horizon de 3 jours, l'état des ceintures de radiation terrestres.

L'environnement RB-FAN fournira donc des informations synthétiques à l'utilisateur pour l'aider à appréhender les risques liés à des orbites génériques mais également des orbites définies par lui-même. RB-FAN s'intégrera au portail SWE de l'ESA (SSA SWE Service Network), dans le domaine d'expertise Space Radiation (R-ESC).

Les produits finaux seront mis à disposition des utilisateurs via une interface web configurable, accessible à travers le portail SSA SWE de l'ESA (<https://swe.ssa.esa.int/>).

## Du cas d'étude aux produits dédiés



Cas d'étude RB-FAN visé

(SCO = Spacecraft Operators, SCD = Spacecraft Designers, SWSC = Space Weather Scientific Community)

Produits RB-FAN et logique d'affichage

## De l'exécution des modèles Physiques...

Pour permettre une prévision à 3 jours avec une précision optimale des produits, l'environnement RB-FAN s'appuie sur une chaîne de modèles dédiés via VSWMC (Virtual Space Weather Modelling Centre). **Les modèles complémentaires suivants sont chaînés et exécutés dans leurs propres instituts:**

- Les modèles EUHFORIA (KU LEUVEN) fournissent les prévisions des paramètres de vent solaires et des indices géomagnétiques;
- Le modèle IMPTAM (FMI) fournit la dynamique des particules de basses énergies dans la magnétosphère terrestre;
- Leurs sorties seront utilisées par le code d'assimilation de données Salammbô (ONERA) qui couvre l'ensemble de la ceinture de radiation, à la fois pour les électrons (100 keV – 10 MeV) et les protons (1 – 500 MeV).

L'utilisation d'une base de données interne ONERA ainsi que de jeux de données externes fournis par nos partenaires (BIRA-IASB et SPARC) permettra au processus d'assimilation d'avoir la meilleure précision possible pour la phase de prévision.

Une des tâches majeures du projet RB-FAN est la mise en place du **Runtime Manager (exécuté à l'ONERA)**, dédié à :

- Superviser et gérer les exécutions journalière automatiques
- Assurer le chaînage des modèles
- Stocker les résultats pour assurer la reproductibilité
- Formater les données pour nourrir le processus d'assimilation
- Générer les produits utilisateurs

## ... à la conception et l'affichage des produits utilisateurs

Les produits suivants seront conçus et proposeront aux utilisateurs en suivant une logique d'arbre de décision du jour D-1 au jour D+3 (cf [MOCKUP]):

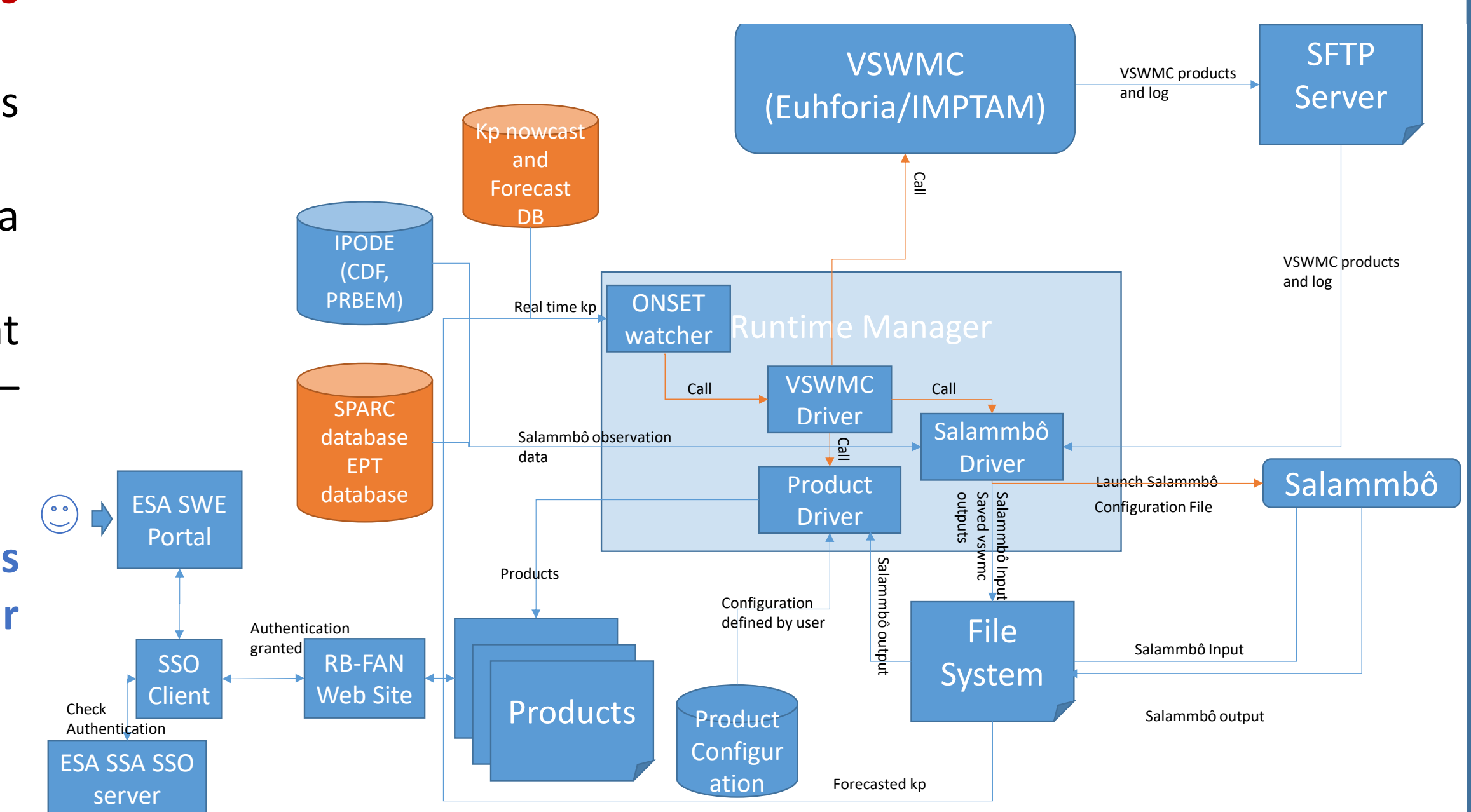
- 3 couleurs pour chaque orbite (LEO, GNSS, GEO, orbite utilisateur)
- 3 couleurs pour une orbite donnée et pour un effet donné (Charge Interne et dégradation de cellules solaires)
- Graphiques experts (Séries quantitatives) proposées sur une page dédiée, en fonction de l'orbite et de l'effet choisi dans la page précédente

Le site web RB-FAN sera hébergé à l'ONERA. Une page de configuration permettra à l'utilisateur authentifié auprès de l'ESA de paramétrer:

- Leur propre orbite (NORAD ID ou orbite paramétrée)
- Les seuils d'alerte
- D'autres paramètres divers...

Le site web de RB-FAN, sera intégré au portail SWE de l'ESA et disponible uniquement lorsque la revue d'acceptation sera validée par l'ESA Space Weather Service Network, Space Radiation Expert Service Centre (R-ESC; <https://swe.ssa.esa.int/web/guest/space-radiation>).

## Architecture globale

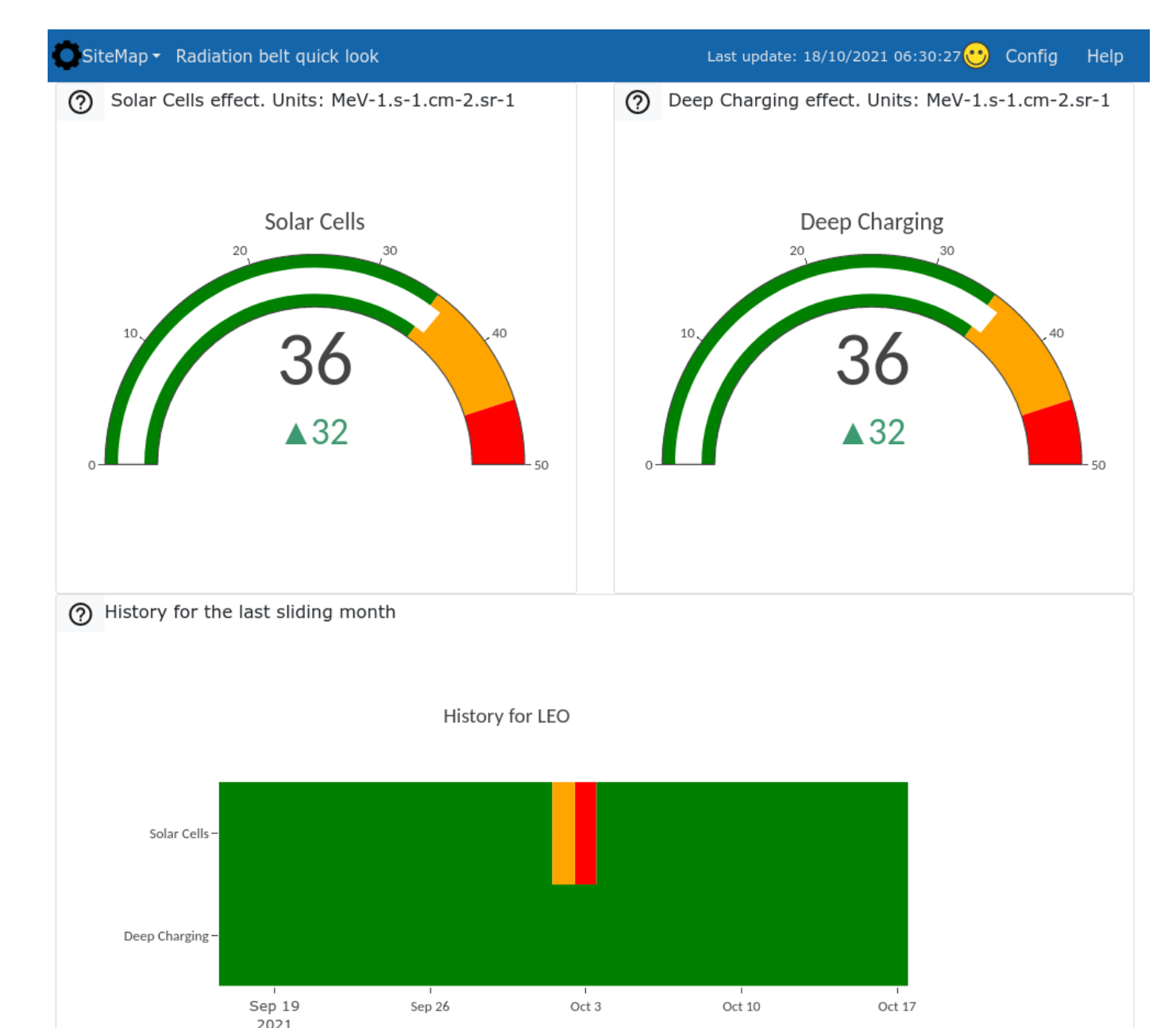


RB-FAN : architecture



[MOCKUP] RB-FAN Page d'accueil

Lorsqu'on glisse d'un feu à un autre sur le tableau des prévisions, un pop-up intégré affiche les détails pour le jour et l'orbite considéré. Un historique des 30 derniers jours est également disponible.

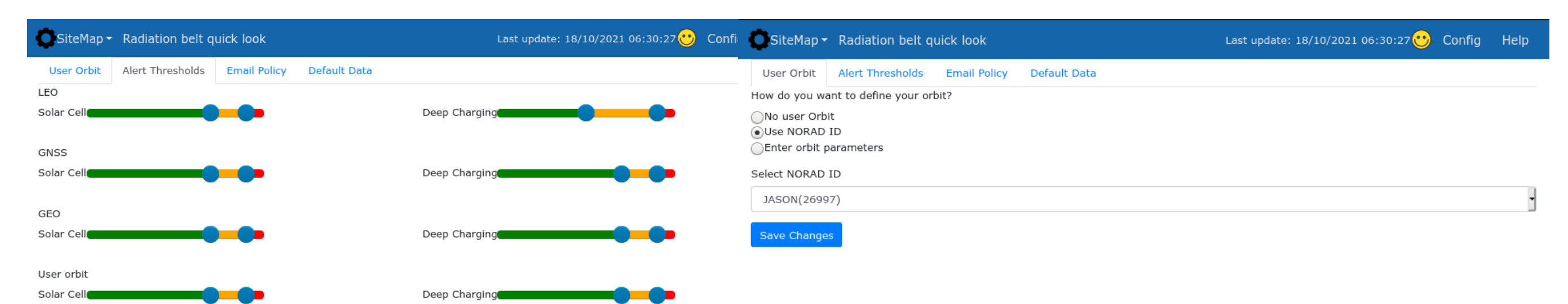


[MOCKUP] RB-FAN Page d'effets

Des jauges fournissent des informations quantitative pour chaque effet, incluant les variations par rapport au jour précédent (les valeurs numériques ne sont pas significatives ici, il s'agit d'un mockup)

## État courant et jalons

- Phase de conception préliminaire – **ACHEVÉE**
- Phase de conception détaillée – **ACHEVÉE**
- Phase de développement et vérification – **EN COURS**
- Revue d'acceptation – **Attendue pour Juillet 2022**
- Phase pré-opérationnelle de test – **Attendue entre Août et Octobre 2022**
- Prototype officiel intégré dans les pages de R-ESC – **Attendue en Décembre 2022**



[MOCKUP] Page de Configuration utilisateur de RB-FAN

Exemple de configuration choisie par l'utilisateur: les seuils pour chaque orbite et pour chaque effet à gauche, l'orbite utilisateur à droite

### Remerciements:

Ce travail est soutenu par le programme ESA Space Situational Awareness (Period3) sous l'activité 'P3-SWE-X' RB-FAN via le contrat numéro 4000131381/20/D/CT.